ВСЕСОЮЗНАЯ ОРДЕНА ЛЕНИНА АКАДЕМИЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК им. В. И. ЛЕНИНА

ВСЕСОЮЗНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

ТРУДЫ
ВСЕСОЮЗНОГО ИНСТИТУТА ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

ЛЕНИНГРАД — 1958

COMMONWEALTH MYCOLOGICAL

ВСЕСОЮЗНАЯ ОРДЕНА ЛЕНИНА АКАДЕМИЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК им. В. И. ЛЕНИНА
ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

ТРУДЫ ВСЕСОЮЗНОГО ИНСТИТУТА ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

ВЫПУСК 13

РЖАВЧИНА ПШЕНИЦЫ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

И. М. Поляков (ответственный редактор), Е. М. Шумаков (зам. ответственного редактора), проф. В. Н. Старк, П. В. Сазонов, К. М. Степанов, проф. С. М. Тупеневич, проф. Б. Ю. Фалькенштейн, Н. С. Федоринчик, проф. И. Л. Яценко.

ЛЕНИНГРАД — 1958

ALL-UNION LENIN ACADEWY of AGRICULTURAL SCIENCE
ALL-UNION SCIENTIFIC-RESEARCH
INSTITUTE of PLANT PROTECTION

THE PROCEEDINGS
OF ALL-UNION SCIENTIFIC-RESEARCH INSTITUTE OF PLANT PROTECTION

VOLUME 13

WHEAT RUSTS

LENINGRAD 1958

ПРЕДИСЛОВИЕ

Ржавчинные заболевания хлебных злаков весьма вредоносны и широко распространены в отдельных зонах СССР.

Вред от ржавчины в значительной мере связан с фазой вегетации растений, в которую наступает массовое развитие паразита на поражаемой культуре; чем раньше проявляется массовое развитие ржавчины, тем больше вред она причиняет.

При изучении ржавчинных заболеваний хлебных злаков и разработке мер борьбы с ними всегда ставят задачей максимально снизить степень поражения растений ржавчиной и оградить хлебные злаки от массового поражения болезнью в первой половине онтогенеза.

Ржавчинные, как и другие грибы, развиваются в определенных условиях внешней среды. Поэтому почвенно-климатические различия отдельных географических районов и зон СССР, а также различия в составе сельскохозяйственных культур и приемов возделывания их являются теми факторами, которые в различных зонах СССР по-разному оказывают влияние на видовой состав ржавчинных грибов, развитие болезни и причиняемый ими ущерб. В связи с этим изучать ржавчинные заболевания хлебных злаков и разрабатывать мероприятия в борьбе с ними целесообразно применительно к отдельным географическим и хозяйственным зонам СССР.

На зерновых хлебах наибольшее значение имеют бурая ржавчина пшеницы, линейная и желтая ржавчины хлебных злаков, корончатая ржавчина овса. В отношении этих четырех видов ржавчины в последние 5—6 лет группой сотрудников ВИЗР и его зональных станций проводились исследования в целях обоснования мероприятий по борьбе с ними по зонам наибольшего их распространения.

Результаты этих исследований представлены в настоящем Сборнике трудов ВИЗР. Ряд статей сборника посвящен изучению бурой ржавчины пшеницы: выяснению взаимоотношений между грибом и растением в зависимости от температуры и водного режима почвы, питания растений, а также обоснованию агротехнических мероприятий в борьбе с этим видом ржавчины.

Другие статьи сборника посвящены вопросам биологии отдельных видов ржавчинных грибов, а также выяснению общих закономерностей их развития в зависимости от условий внешней среды и состояния растения. Среди них большой удельный вес имеют анатомические исследования, направленные на выяснение возможности сохранения инфекции возбудителя желтой ржавчины в семенах пшеницы и возможности передачи ее новому урожаю (Н. А. Наумова). Анатомические исследования листьев пшеницы были проведены также М. Ю. Степановой в отношении того же вида ржавчины.

Не меньший интерес представляют данные И. А. Шифман и М. Ю. Степановой о диффузном распространении по растению пшеницы мицелия восточно-сибирской формы бурой ржавчины.

Заслуживают внимания биохимические исследования растений, пораженных видами ржавчины, в зависимости от сроков посева пшеницы (В. Ф. Рашевская, В. П. Нилова).

Три работы сборника касаются закономерностей развития видов ржавчины от элементов погоды (К. М. Степанов, А. Е. Чумаков).

Результаты названных выше исследований, разумеется, не исчерпывают всего круга вопросов в отношении ржавчины хлебных злаков. Однако предлагаемые материалы оригинальны; они по-новому освещают развитие отдельных видов ржавчины хлебных злаков в определенных условиях.

Все это может служить основанием для проведения мероприятий в борьбе с ржавчинными заболеваниями хлебных злаков в отдельных зонах СССР.

Редакционная коллегия.

А. Е. ЧУМАКОВ.

ПОТЕРИ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ ОТ РЖАВЧИНЫ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕРОПРИЯТИЙ ПО БОРЬБЕ С НЕЙ

Ржавчинные болезни пшеницы являются широко распространенными, и в отдельные годы в некоторых районах они причиняют заметные потери урожая. Поражая листья, стебли и другие органы растений, ржавчинные грибы нарушают нормальное развитие растений, снижают энергию фотосинтеза, усиливают транспирацию, снижают абсолютный вес зерна и число зерен в колосе. Пшенице наибольший вред причиняют линейная, желтая и бурая ржавчины.

Распространение ржавчины

Линейная ржавчина распространена в Приморском и Хабаровском краях, на Сахалине, в Амурской области, на Северном Кавказе и других южных районах. В Амурской области наиболее сильные эпифитотии линейной ржавчины на яровой пшенице зарегистрированы в 1881, 1914, 1923, 1948 и 1956 гг., а в Приморском крае — 1923, 1924, 1926, 1927, 1928, 1929, 1933, 1936, 1942, 1946, 1947, 1948, 1951, 1953 и 1956 гг. На Северном Кавказе последняя вспышка линейной ржавчины была в 1947 г.

Зона распространения желтой ржавчины охватывает предгорные районы Северного Кавказа, Закавказья, Крыма, Средней Азии (Киргизская ССР, Узбекская ССР, Восточный Казахстан), юго-запада Сибири (Алтайский край). В более слабой степени заболевание распространено в Прибалтийских республиках. Известны вспышки желтой ржавчины в Воронежской области (в 1951 г. после 25-летнего отсутствия), в Ленинградской области (1950 и 1953 гг.), на Дальнем Востоке (1927, 1950 и 1954 гг.) и в других местах.

Бурая ржавчина поражает озимую и яровую пшеницу на Северном Кавказе, в частности в Ставропольском и Краснодарском краях, в Ростовской, Каменской и других южных областях на орошаемых посевах пшеницы, на юго-западе УССР

(Винницкая, Хмельницкая, Черновицкая, Станиславская, Закарпатская, Дрогобычская, Львовская области).

В районах посева яровой пшеницы (Казахская ССР, Западная Сибирь и др.), а также в районах недостаточного увлажнения бурая ржавчина пшеницы развивается слабо. Лишь в отдельные годы, более благоприятные для гриба, здесь ржавчина проявляется сильнее.

Вредоносность и потери от заболевания

Вредоносность линейной ржавчины на Дальнем Востоке в годы развития болезни составляет 10—20% урожая; в годы же сильных эпифитотий на отдельных участках урожай почти нацело гибнет.

В 1923 г. на Дальнем Востоке вместо ожидаемых 12 ц/га было получено лишь по 3 ц/га урожая зерна пшеницы. В 1914 и 1948 гг. большие площади посевов яровой пшеницы из-за гибели урожая вовсе не убирались; многие участки давали низкий урожай — около 0,8 ц/га.

В 1956 г., по данным М. К. Хохрякова, А. Ф. Сальниковой и др., в отдельных хозяйствах Амурской области (колхозы «Красный Октябрь» и им. Чапаева Куйбышевского района), яровую пшеницу (сорт Лютесценс 062 и др.) вследствие сильного поражения линейной ржавчиной совсем не убирали на больших площадях, так как колосья были пустые, в лучшем случае зерно было крайне щуплым и урожай составлял 0,5—0,6 ц/га.

Таким образом, в 1956 г. во многих хозяйствах Амурской области вместо ожидаемого урожая яровой пшеницы по 10—12 ц/га собирали 5—7 ц/га, а в отдельных случаях и ниже (колхозы зоны Мухинской МТС на площади 9444 га — по 6,75 ц/га, колхозы Куйбышевского района — по 4,0 ц/га). В среднем недобор зерна по Амурской области — 3—4 ц/га.

Поражение растений пшеницы бурой ржавчиной в фазе молочной спелости может колебаться в больших пределах. Поэтому потери урожая от ржавчины также изменяются. В среднем они могут составлять: при 25% развития болезни потери урожая — 1%, при 40% развития болезни — 3%; при 60%—10% и при 100% поражения листьев потери урожая зерна могут достигать 20%.

Подобная же вредоносность может быть и в случае поражения листьев пшеницы желтой или линейной ржавчинами. Вред от желтой ржавчины в случае поражения колосьев достигает значительно больших размеров.

По данным ВИЗР за 3 довоенных и 8 послевоенных лет в Краснодарском крае потери урожая зерна от бурой ржавчины на районированных поражаемых сортах озимой пшеницы составляли в среднем 4,5%. Максимальные потери были заре-

гистрированы в 1949 и 1951 гг. (10,9—8,6%) и минимальные в 1945—1947 гг. (0,5—0%).

На Северном Кавказе в последнее время (1950—1956 гг.) лишь на отдельных полях пшеницы потери урожая от бурой ржавчины составляют 10—15% (колхоз им. Ворошилова Воронцово-Александровского района, Ставропольского края, 1956; некоторые колхозы Ейского района, Краснодарского края). В целом же по хозяйствам Северного Кавказа потери урожая от бурой ржавчины снизились до 1—2%. Это стоит в связи со сменой сортов и высокой агротехникой при культуре озимой пшеницы.

Эффективность мероприятий в борьбе с ржавчиной

Для отдельных зон Советского Союза по каждому виду ржавчинных заболеваний разработаны комплексы мероприятий, где главная роль принадлежит приемам передовой агротехники*. На примере одного из колхозов Краснодарского края (1952—1956 гг.) на площади посева пшеницы в 3985—4005 га нами была определена эффективность постепенного внедрения комплекса агротехнических мероприятий в защите озимой пшеницы от бурой ржавчины (табл. 1).

Таблица 1

Влияние комплекса агротехнических мероприятий на повышение урожая зерна озимой пшеницы Новоукраинка 83 и 84 и снижение развития бурой ржавчины
Колхоз «Маяк революции» зоны Родниковской МТС, Краснодарского края

Годы сбора урожая	Освоение комплекса агромероприятий (в %)	Развитие бурой ржавчины в молочную спелость (в %)	Урожай зерна по бункерному весу (в ц/га)
1954	41,2	38,2	15,1
1955	61,6	23,3	17,6
1956	73,5	5,7	21,5

Материалы об эффективности отдельных мероприятий в борьбе с ржавчинными грибами на пшенице, полученные в различных зонах СССР за период с 1948 по 1956 гг., приведены в табл. 2.

* Тупеневич С. М. и А. Е. Чумаков, 1957. Методика по оценке эффективности комплексов агротехнических мероприятий в защите хлебных злаков от ржавчины по зонам СССР, ВИЗР, Ленинград, 40 стр.

Таблица 2

Техническая и хозяйственная эффективность мероприятий в защите пшеницы от ржавчины

(Средние показатели за период 1948—1956 гг.)

Виды мероприятий	Название ржавчинной болезни	Зоны, где испытывались мероприятия	Снижение развития ржавчины в молочную спелость (в проц. от контроля)	Повышение урожая зерна по бункерному весу (в проц.)
1. Минеральные удобрения и подкормки (преимущественно фосфорно-калийные)	бурая	Краснодарский край	6,3	18,1
2. Бактериальные препараты (фосфоробактерин и силикатные бактерии)	бурая	Краснодарский край	11,3	15,1
3. Сочетание бактериальных и минеральных удобрений	бурая	Краснодарский край	10,9	31,3
4. Прогрессивные сроки и способы обработки почвы и посева пшеницы	бурая	В основном Краснодарский край	27,3	11,7
5. Опрыскивание травостоя химическими веществами (фосфорно-калийные удобрения, коллоидная сера и др.)	бурая линейная	В основном Северный Кавказ и Дальний Восток	54,8 80,5	11,4 34,5

Повсеместное применение комплекса агротехнических мероприятий, в который входит проведение посева в оптимальные сроки прогрессивными способами, использование лучших предшественников с внесением фосфорно-калийных удобрений и применением подкормок (Р-2 и К-1 ц/га), а также при раздельной уборке урожая в сжатые сроки, ликвидации падалицы пшеницы послеуборочной обработкой почвы и т. д., позволяет снизить потери от ржавчины до одного процента.

В общем это может дать дополнительно около 20,3 млн центнеров зерна. При дополнительных затратах на удобрения в сумме 167 млн руб. каждый дополнительный центнер зерна обойдется по цене 8—9 руб. Другим примером эффективности борьбы с ржавчиной является применение коллоидной серы (10%, 100 л/га, 3 обработки). Это мероприятие дает высокую техническую эффективность, но требует повышенных затрат, поэтому здесь дополнительный центнер зерна обходится по цене 32 руб. 50 коп.

Т. И. ФЕДОТОВА.

О НАРАСТАНИИ ПОРАЖАЕМОСТИ ПШЕНИЦ БУРОЙ РЖАВЧИНОЙ С ФАЗЫ КОЛОШЕНИЯ

Сильное развитие ржавчины на озимых пшеницах, наблюдаемое в естественных условиях обычно начиная с фазы колошения, нельзя объяснять, как это принято думать, только подходящими метеорологическими условиями.

Наблюдения, проведенные на протяжении трех лет за развитием ржавчины на пшенице в условиях Краснодарского края, убедили нас в том, что причину этого явления нужно искать в другом. В самом деле, обильные росы, так характерные для Краснодарского края, вполне обеспечивают возможность развития ржавчины там без выпадения осадков в виде дождей в гораздо более ранний период, чем это имеет место в природе. Кроме того, температурные условия конца апреля и всего мая таковы, что они вполне обеспечивают развитие, если не бурой ржавчины, то желтой, для развития которой требуются относительно низкие температурные границы. Вместе с тем, развитие желтой ржавчины, как и бурой, обычно начинается с фазы колошения растений.

Наблюдения за динамикой развития ржавчины, проведенные нами на сортах озимых пшениц, показали, что в течение трех лет так называемого постепенного нарастания поражения растений ржавчиной практически не было. Особенно это резко проявилось в условиях 1950 г., когда при самых тщательных поисках с ранней весны совершенно не удавалось найти пустул ржавчины до колошения растений. Лишь к периоду колошения сильно восприимчивые к ржавчине сорта были поражены очень сильно в течение 5—7 дней. Это обстоятельство привело нас к убеждению, что массовое развитие ржавчины на пшенице начиная с фазы колошения должно быть поставлено в связь с физиологическим состоянием растений в этот период, с ходом питания их.

Для выяснения этого вопроса была проведена работа по изучению хода азотного и калийного питания растений. Из фитопатологической практики известно, что преобладание

азотного питания пшениц ведет к резкому нарастанию поражаемости их ржавчиной (Наумов, 1939; Кокин, 1948; Носотовский, 1950 г. и др.). Действие калийных удобрений ведет к снижению поражаемости ржавчиной (Кузьмичев, 1936; Наумов, 1939; Найдин, 1948; Наумова, 1949).

Наши исследования на содержание азота и калия в листьях пшеницы осуществлялись проведением анализов, начиная с конца трубкования и до конца молочной спелости растений. Работа была проведена на четырех сортах озимой пшеницы (Скороспелка Л-1, Кубанская 131, Новоукраинка 83 и Одесская 3), различающихся по устойчивости к бурой ржавчине и представляющих производственный интерес для Краснодарского края (сорта приведены в порядке нарастания восприимчивости к ржавчине).

На содержание азота и калия мы анализировали листья верхнего яруса. Работа проведена на Краснодарской госселекстанции. В исследованиях принимал участие биохимик станции Б. А. Захаров. Учитывая, что растениям каждого сорта присуща своя специфика в ходе жизненных процессов, представлялось важным сравнение не абсолютных количеств накопления веществ, а темпы их накопления в динамике развития растений. Такое сравнение давало возможность подойти к пониманию причин отсутствия поражения растений ржавчиной в фазу трубкования.

При изучении динамики накопления интересующих нас веществ важно было сравнить процентное содержание их в последующие периоды развития растений с содержанием в листьях в фазу трубкования, когда еще не имело места поражение растений ржавчиной и когда растения являлись как бы устойчивыми. Поэтому данные по количественному содержанию азота и калия мы приводим в динамике их накопления, беря в каждом отдельном случае за 100% содержание их в листьях в фазу трубкования растений. В связи с этим при анализе полученных данных все внимание мы сосредотачиваем на данных по динамике накопления веществ, а не количественном их содержании.

Излагая полученные данные, сначала остановимся на исследованиях по калию. Сравнительное изучение содержания калия в листьях у растений одного сорта пшеницы показало, что оно не остается неизменным в динамике развития растений (табл. 1, 2).

Из данных, приведенных в таблице 2, можно видеть, что у четырех сортов озимой пшеницы к периоду колошения имеет место количественное снижение содержания калия в листьях. Причем у более восприимчивых к ржавчине сортов это снижение выражено более резко, чем у более устойчивых сортов. У сорта Одесской 3 содержание калия падает на 56%, у Новоукраинки 83 — на 45%, у Кубанской 131 — на 25%, у Скоро-

спелки Л-1 — на 20%. Степень снижения содержания калия соответствует степени поражаемости сортов бурой ржавчиной.

Снижение содержания калия к фазе колошения имеет связь с явлением нарастания поражаемости растений ржавчиной к этому периоду, так как калию принадлежит огромная роль в поддержании процессов жизнедеятельности растений на высоком уровне.

Таблица 1

Количественное содержание калия в листьях озимых пшениц (в пересчете на абс. сух. вещ. в %)*

Сорта	Фазы вегетации			
	трубкование	колошение	цветение	молочная спелость
Одесская 3	2,89	1,26	1,85	1,57
Новоукраинка 83	2,78	1,53	1,66	1,83
Кубанская 131	2,98	2,22	1,56	2,40
Скороспелка Л-1	2,52	2,02	1,67	1,49

* Определение калия проводили кобальт-нитратным методом.

Таблица 2

Содержание калия в листьях в процентах по отношению к содержанию его в период трубкования

Сорта	Фазы вегетации			
	трубкование	колошение	цветение	молочная спелость
Одесская 3	100%	43,6	64,0	54,3
Новоукраинка 83	„	55,0	59,3	65,8
Кубанская 131	„	74,5	52,4	80,5
Скороспелка Л-1	„	80,1	54,4	58,7

Как известно, при недостатке поступления в растения калия, ослабляется синтез сложных углеводов, белков, синтез первичных азотистых органических соединений; это же влечет за собою избыточное накопление в растении вредного азота в виде аммиака и различных аминокислот в концентрациях, действующих токсически на клетки. Нарушается регулирование реакций осмоса в клетках и проницаемости клеточных мембран; уменьшается водоудерживающая способность коллоидов в клетках, повышается интенсивность дыхания. Калий имеет большое значение в интенсивности ассимиляции растением углекислоты из воздуха.

Велика роль калия в ходе клеточных процессов в силу его радиоактивных свойств. Излучение им α и β лучей играет большую роль в проявлении биологически важных для расти-

тельного организма свойств, в частности в задержке старени органов и тканей.

Все это говорит о том, что резкие изменения в содержани калия в растении сказываются на изменении хода клеточны процессов. Резкие изменения в содержании калия, как пока зывают данные, происходят у растений сильно восприимчивы сортов в очень небольшой срок (от конца трубкования — д колошения). Это усугубляет остроту нарушения хода проце сов в клетках и влияние этого нарушения на стойкость расте ний к поражению ржавчиной к фазе колошения.

Отмечая факт резкого снижения калия у пшениц, начина с колошения, встает вопрос — какова причинность этого я ления? Наши анализы на содержание доступных для растени форм калия в почве в течение периода вегетации пшениц пролили некоторый свет на понимание этого вопроса. Опред ление K_2O в почве в условиях выращивания сортов пшениц по черному пару показало резкое снижение его в почве к кон трубкования по сравнению с тем, что наблюдалось в бол ранний период развития растений — к фазе кущения. Так, фазе кущения пшениц содержание K_2O в почве равняло 283 мг на 1 кг абсолютно сухой почвы, а к концу трубкова ния — 84 мг. Сравнивая динамику содержания калия в расте нии с динамикой его содержания в почве, можно сказать, ч резкое снижения калия в почве к периоду трубкования пш ниц коррелирует с резким количественным снижением его с держания в растениях, начиная с фазы трубкования. Следов тельно, снижение содержания калия в растениях стоит в связ с уменьшением его в почве и что нарастание поражаемост пшениц ржавчиной, начиная с фазы колошения, должно бы поставлено в связь с уменьшением в почве доступных для р стений форм калия. Это положение подтверждается и тем, ч при применении к этой фазе растений подкормки калием в в де внекорневого питания (опрыскивание растений раствор KCl) было получено снижение поражаемости растений ржа чиной и повышение урожая.

По данным мл. научн. сотр. Шопиной, опрыскивание пос вов Новоукраинки 83 8% раствором KCl с самолета в колх зе имени Ленина Ивановского района Краснодарского кр на площади 60 га дало снижение поражаемости растен ржавчиной с 39% до 17% и повысило урожай с 21 до 26 ц/г или на 5 ц/га.

Содержание калия в растениях озимой пшеницы после вн сения внекорневой калийной подкормки, как показали иссл дования аспиранта Карасевой, увеличилось в 2 раза. Прив димые данные позволяют сделать вывод о наличии связ между снижением содержания калия в растениях пшениц после колошения и явлением нарастания поражаемости раст ний ржавчиной к этому периоду.

Сравнительное изучение содержания азота в динамике раз-ия у растений названных выше сортов озимой пшеницы азало, что количественное его содержание в листьях нахо-ся на высоком уровне до конца вегетации и, кроме того, с ы колошения наблюдается увеличение поступления азота астение (табл. 3, 4).

Таблица 3

Содержание азота в листьях озимых пшениц
(в % при пересчете на абс. сух. вещ.)

Сорта	Фазы вегетации			
	трубование	колошение	цветение	молочная спелость
сская 3	3,89	4,46	4,34	3,41
оукраинка 83	3,78	4,26	3,97	3,55
анская 131	3,87	4,50	4,20	3,59
роспелка Л-1	3,95	4,65	4,76	4,34

Таблица 4

Содержание азота в листьях озимых пшениц в процентах по отношению к содержанию его в фазе трубкования

Сорта	Фазы вегетации			
	трубкование	колошение	цветение	молочная спелость
сская 3	100%	114,7	111,5	84,8
оукраинка 83	100%	112,6	104,9	93,8
анская 131	100%	116,2	108,5	92,7
роспелка Л-1	100%	117,9	120,5	109,8

Сравнивая содержание калия в листьях (табл. 2) с содер-нием азота (табл. 4), можно сказать, что с фазы колошения ет место сильное расхождение между количественным со-жанием этих элементов в растении: наблюдается высокий вень содержания азота при сниженном уровне поступления ия. Причем это расхождение больше у восприимчивых к авчине сортов. Так, у сорта Одесская 3 к фазе колошения вень содержания калия снизился на 56,4%, в то время как вень поступления азота в растение достиг 114,7% (по срав-ию с предшествующей фазой). У устойчивого к ржавчине та Скороспелка Л-1 уровень калия снизился на 19,9% при же уровне поступления азота, как и у Одесской 3 (117,9%). Такие же различия наблюдаются и у двух других сортов, личающихся по устойчивости к ржавчине. У Новоукраин-83 снижение содержания калия к периоду колошения изошло на 45%, а уровень поступления азота равнялся

112,6%. У Кубанской 131 содержание калия снизилось на 25,5%, при поступлении азота, равном 116,2%. Преобладание уровня азотистого питания над калийным неизбежно должно приводить к снижению у пшениц устойчивости к ржавчине.

В этом отношении представляют интерес данные В. В. Шопиной по изучению соотношения нитратов и доступного для растения калия в почве. Она выяснила, что по черному пару, где озимая пшеница Новоукраинка 83 имела сильное поражение растений бурой ржавчиной, соотношение азота и калия в почве к фазе колошения было таково, что на 1 мг азота приходилось 12—17 мг K_2O. На агрофоне (посев по подсолнечнику), где пораженность сорта Новоукраинка 83 была слабой на 1 мг азота приходилось 80 мг K_2O. Из этих данных следует, что слабая компенсация азота калием в почве ведет к нарастанию поражаемости пшеницы ржавчиной. Это вполне соответствует выводу, который ранее был сделан нами в отношении сортов, различающихся по устойчивости к ржавчине и по уровню компенсации калием, поступающего в растения азота. Очевидно, что правильное соотношение вносимых в почву азотных и калийных удобрений должно иметь большое значение в повышении у пшениц устойчивости к ржавчине. Это соотношение азота и калия имеет решающее значение в фазе трубкования пшениц. В связи с этим применение внекорневой подкормки дает возможность в нужный момент изменить ход питания растений в направлении, обеспечивающем проявление большей сопротивляемости растений к заболеванию.

Далее нам представлялось интересным сравнить ход накопления белков в динамике развития растений у сортов озимой пшеницы, различающихся по устойчивости к ржавчине. Анализами на количественное содержание белков в листьях растений были выявлены различия между сортами озимой пшеницы (табл. 5, 6).

Из данных таблицы следует, что более устойчивые к ржавчине сорта озимой пшеницы имеют более длительный период синтеза белка. Так, в листьях растений сортов Скороспелка Л-1 и Кубанская 131 к концу молочной спелости количественное накопление белков находилось на уровне, превышающем таковой у растений в фазе трубкования. У сильно поражаемых сортов — Одесская 3 и Новоукраинка 83 — к молочной спелости количественное накопление белков пошло и убыль.

Следовательно, более устойчивые к бурой ржавчине сорта озимой пшеницы характеризуются более высоким уровнем жизненных процессов. Более раннее снижение синтеза белка у сильно поражаемых сортов озимой пшеницы свидетельствует о более раннем ослаблении у них жизненных процессов и наступлении процессов старения. Понижение жизнедеятельности приводит к более быстрому отмиранию ассимилирующей по-

верхности листьев и, наоборот, поддержание содержания белкового азота в листьях на сравнительно высоком уровне является условием сохранения жизнедеятельности их (Дикусар, 1938).

Таблица 5

Количественное содержание белка в листьях озимых пшениц
(в % при пересчете на абс. сухое вещ.)

Сорта	Фазы вегетации			
	трубкование	колошение	цветение	молочная спелость
Одесская 3	22,14	27,08	24,58	19,50
Новоукраинка 83	22,09	24,90	24,64	21,03
Кубанская 131	20,31	26,76	23,89	20,73
Скороспелка Л-1	21,86	26,50	27,64	25,60

Таблица 6

Содержание белка в листьях в процентах по отношению к содержанию его в фазе трубкования

Сорта	Фазы вегетации			
	трубкование	колошение	цветение	молочная спелость
Одесская 3	100%	122,2	110,7	87,8
Новоукраинка 83	100%	113,1	111,6	95,4
Кубанская 131	100%	121,1	126,5	117,1
Скороспелка Л-1	100%	131,9	117,6	102,6

Подобную картину у сортов озимой пшеницы мы наблюдали и в отношении сахаров. Полученные нами данные по динамике накопления сахаров в листьях говорят о том, что более поражаемые сорта к периоду нарастания развития ржавчины, начиная с фазы колошения, характеризуются более низким темпом образования сахаров.

Анализы показали, что более восприимчивые сорта повысили синтетическую деятельность в отношении накопления сахаров к фазе колошения растений по сравнению с таковыми в предыдущей фазе трубкования на 15%, в то время как менее поражаемые сорта повысили накопление сахаров на 50—79%.

Таким образом, и по накоплению сахаров более восприимчивые к ржавчине сорта озимой пшеницы представляются более отстающими, слабыми.

Более раннее ослабление процессов жизнедеятельности у более восприимчивых к ржавчине сортов озимой пшеницы подтверждается полевыми наблюдениями за естественным отмиранием у них листьев. Ниже приводим результаты наблюде-

ний за ходом отмирания листьев по ярусам у различных по устойчивости к ржавчине сортов озимых пшениц (данные Кожевниковой и Шопиной).

Следует отметить, что характер отмирания листьев по сортам озимой пшеницы четко сохраняется на протяжении длительного периода конца вегетации растений. Для иллюстрации приведем данные наблюдений, проведенных в условиях 1953 года на посевах различных сортов пшениц Абинского Госсортоучастка Краснодарского края (табл. 7).

Данные такого же порядка были получены нами и в условиях других лет при проведении наблюдений за другими сортами. В особенности четкие данные в этом отношении мы получили в условиях позднего появления и развития ржавчины на пшенице, равно как и в годы слабого ее развития.

Таблица 7

Ход естественного отмирания листьев у различных по устойчивости к ржавчине сортов озимых пшениц на 5.V-1953 г.
(в %)

Сорта	Яруса листьев (снизу)	
	1	2
Одесская 3	больше 50	единич.
Гибрид 481	„	—
Ворошиловская	50	—
Гибрид 491	„	—
Новоукраинка 83	„	—
Кубанская 133	единич.	—
Ферругинеум 115	„	—
Кубанская 131	—	—
Скороспелка Л-1	—	—
Скороспелка Л-3	—	—

В таблице 7 сорта расположены в порядке повышения устойчивости. Приводимые данные касаются хода отмирания листьев в период, когда поражение ржавчиной полностью отсутствовало. Можно видеть, что сорта, более восприимчивые к ржавчине, характеризуются и более быстрым темпом естественного отмирания листьев по сравнению с более устойчивыми сортами. У сильно поражаемого ржавчиной сорта Одесская 3 на 5 мая было больше половины отмерших листьев первого яруса и началось отмирание листьев второго яруса. У более устойчивых к ржавчине сортов, например Скороспелка Л-3, в этот период не было даже единично отмерших листьев первого яруса. Причем Скороспелка Л-3 является сортом более скороспелым, чем Одесская 3; растения первого сорта более ран

канчивают жизненный цикл и тем не менее отмирание истьев у него началось значительно позже.

Исходя из всех приведенных данных, следует, что ослабление сопротивляемости у пшеницы к ржавчине в динамике развития растений связано с понижением процессов жизнедеятельности растений. Причем у растений более восприимчивых сортов снижение жизнедеятельности проявляется сильнее и раньше во времени. Следствием этого является наиболее сильное и наиболее раннее поражение их ржавчиной по сравнению с более устойчивыми сортами. Отсюда понятно, почему поражение растений пшеницы ржавчиной начинается обычно с нижних листьев. В нижних листьях ослабление процессов жизнедеятельности происходит раньше, чем у листьев верхних ярусов. С этим связано и более раннее поражение ржавчиной листьев нижнего яруса.

Ниже мы приводим данные, которые довольно четко показывают снижение уровня всех жизненных процессов у листьев нижних ярусов по сравнению с верхними (табл. 8).

Из приведенных в таблице данных видно, что в листьях нижних ярусов содержится меньше всех энергетических продуктов. Особенно большие различия по сравнению с листьями верхних ярусов наблюдались по количественному содержанию белка. Вообще же нижние листья в отличие от верхних характеризуются более низким уровнем жизненных процессов.

В силу этого, надо полагать, листья верхнего яруса у сильно восприимчивых сортов бывают поражены ржавчиной слабее, чем нижние. Но если происходит их поражение, то значительно позднее, когда и в них происходит ослабление жизнедеятельности.

Таблица 8

Химический состав листьев озимой пшеницы Новоукраинка 83
(посев по черному пару)

Ярус листа (сверху)	Количественное содержание (в % на обс. сух. вещ.)					
	азот		сыр. прот.	чистый белок	сумма сахар.	золь.
	общий	белков.				
1	3,61	3,16	22,55	19,75	8,2	9,06
2	3,33	3,14	20,77	19,63	6,3	10,52
3	3,25	2,87	20,29	17,92	7,4	11,88
4	2,36	2,28	14,73	14,21	7,7	13,37

Ослабление жизнедеятельности может быть как при старении листьев, так и при неблагоприятных условиях произрастания пшеницы. Следствием этого будет иметь место поражение их ржавчиной в наиболее ранние периоды развития. Это наблюдается в отдельные годы, когда ржавчина, например, поражает всходы озимых пшениц.

Следует отметить особенно большую роль уровня жизнен ных процессов в сопротивляемости пшениц к ржавчине расте ний, начиная с фазы колошения. Как известно, с периода ко лошения у растений идут интенсивные процессы по формиро ванию колоса. Но образование большого количества новы клеток и тканей требует притока большого количества пла стических веществ и отдельных элементов минерального пи тания из вегетативных органов, из листьев.

К периоду колошения у растений происходит значительна перестройка хода физиолого-биохимических процессов; доста точно интенсивно идут процессы гидролиза и транспортиров ки элементов питания в генеративные органы. Эти процесс ведут к ослаблению вегетативных частей и следствием этого нам представляется, у растений в этот период происходит рез кое снижение сопротивляемости к ржавчине.

Поддержание жизненных процессов у растений на боле высоком уровне в период формирования колоса и зерна имее большое практическое значение. Известно, что рекордные п величине и высокой белковости урожаи зерновых культур со здаются при условии значительного сохранения листового ап парата в период от цветения до созревания (Дикуссар, 1938).

Одним из приемов повышения уровня жизненных процес сов у растений пшеницы является калийная внекорневая под кормка, применение которой перед колошением способствуе повышению сопротивляемости пшениц к ржавчине.

ВЫВОДЫ

1. Выяснение причин нарастания пораженности пшени бурой ржавчиной, начиная с фазы колошения, показало, чт это явление нужно связывать с ходом минерального питани растений.

2. У более восприимчивых к ржавчине сортов пшениц с фа зы колошения растений происходит резкое расхождение уровне азотного и калийного питания. Наблюдается высоки уровень поступления азота и сниженный — калия. Чем выш это расхождение, тем больше поражаемость сорта.

3. Более поражаемые ржавчиной сорта характеризуютс более ослабленным ходом процессов жизнедеятельности расте ний, более ранним старением и естественным отмиранием листьев.

4. Большее поражение нижних листьев пшеницы, равно ка и более раннее появление на них пустул ржавчины, нужно свя зывать с более ранним наступлением ослабления процессо жизнедеятельности по сравнению с верхними листьями.

5. Низкий уровень калийного питания у растений сильн поражаемых сортов озимых пшениц, наблюдаемый с фазы ко лошения, может быть повышен применением внекорневой ка

лийной подкормки. Увеличение содержания калия повышает устойчивость растений к ржавчине и увеличивает урожай.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дикуссар И. Г., 1938. Периодичность в минеральном питании растений, как фактор повышения урожая и улучшения его качества. Журнал «Химизация соц. земледелия» № 1.

2. Кокин А. Я., 1948. Физиологические и анатомические исследования больного растения. Госиздат. Карело-Финская ССР.

3. Кузьмичев С. В., 1936. Ржавчина хлебов в районах Северо-Кавказского края и меры борьбы с ней. Севкавгиз. Пятигорск.

4. Найдин П. Г., 1948. Удобрение зерновых культур. Сельхозгиз.

5. Наумова Н. А., 1939. Ржавчина хлебных злаков в СССР. Сельхозгиз, Ленингр. отделение.

6. Наумова Н. А., 1949. Влияние калийной подкормки на снижение поражаемости яровой пшеницы бурой ржавчиной. Доклады ВАСХНИЛ. 10.

7. Носотовский А. И., 1950. Пшеница. Биология. Сельхозгиз. М.—Л.

Г. А. КОЗЫРЕВА.

ВЗАИМООТНОШЕНИЯ МЕЖДУ ВОЗБУДИТЕЛЕМ БУРОЙ РЖАВЧИНЫ И РАСТЕНИЯМИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Возбудитель бурой ржавчины — гриб Puccinia triticina Eriks. — известен, как облигатный паразит. Чаще он проходит неполный цикл развития, находя субстрат в виде озимых и яровых пшениц, их падалицы. Степень развития заболевания в основном обычно связывают со степенью перезимовки гриба на озимых и погодными условиями, определяющими прорастание уредоспор.

При разработке мер борьбы с бурой ржавчиной пшеницы до последнего времени обращалось мало внимания на повышение устойчивости растений к заболеванию в процессе онтогенеза. Поэтому рекомендуемые мероприятия не могли в значительной мере подавить развитие заболевания. Например, прием ликвидации падалицы, как источника инфекции, несомненно, играет важную роль в ограничении запаса инфекции, но не ликвидирует его полностью.

Изучение взаимоотношений между паразитом и растением-хозяином в условиях среды открывает пути для активного вмешательства в развитие растения и паразита с целью повышения устойчивости растений к заболеванию, снижения вредоносности гриба и повышения урожая зерна.

В своих исследованиях мы поставили целью изучить биологические особенности возбудителя бурой ржавчины в связи с особенностями развития растений озимой пшеницы. Работа проводилась в условиях колхозов «Маяк революции», им. Ленина и др. Краснодарского края под руководством проф. С. М. Тупеневича.

Особенности развития растений пшеницы, как и других растительных организмов, таковы, что интенсивность физиологических процессов, сила обменной связи с условиями среды у разных листьев одного растения различны. Например, в верхних возрастно молодых листьях жизненные процессы проходят интенсивнее, чем в возрастно более старых, нижних листьях. В верхних листьях преобладают процессы ассимиляции

над процессами диссимиляции, быстро увеличивается сухой вес. В стареющих листьях усиливаются процессы диссимиляции, нарушается связь со средой, прекращается прирост сухого вещества.

Проводя наблюдения за развитием озимой пшеницы Новоукраинка 83 и развитием на ней бурой ржавчины, мы пришли к выводу, что заболевание развивается на стареющих листьях растений.

Развитие ржавчины на растущих органах растений мы никогда не обнаруживали. Она проявляется лишь после окончания роста листа, когда затухает процесс ассимиляции и начинают преобладать процессы диссимиляции, и прирост сухого вещества в листьях прекращается.

При наличии в окружающей среде инфекционного начала ржавчины, молодые растущие листья остаются непораженными более продолжительное время, чем длительность инкубационного периода возбудителя заболевания. Это указывает на то, что проявление заболевания на листьях пшеницы определяется не очередностью их появления и заражения, а физиологическим состоянием. Например, на нижних листьях модельных растений пшеницы пустулы бурой ржавчины проявились 4/V. Это значит, что в конце апреля — в начале мая в окружающей среде была инфекция бурой ржавчины. На каждом стебле растения пшеницы в это время было по 4 листа; пятый (верхний) лист появлялся 4—8/V. Инкубационный период возбудителя бурой ржавчины при искусственном заражении в это время длился 8—10 дней. Частое выпадение осадков и значительная облачность могли способствовать заражению растений ржавчиной. Однако на верхних листьях растений пустулы бурой ржавчины появлялись через 21—31 день после начала развития болезни на нижних листьях. На верхних листьях ржавчина появлялась тогда, когда в них прекращались ростовые процессы и преобладали процессы диссимиляции, начинало убывать количество сухого вещества. Это подтверждается наблюдениями, результаты которых представлены в табл. 1.

В другом опыте всходы яровой пшеницы Гордеиформе 27 в фазе трех листьев были заражены бурой ржавчиной путем одновременного нанесения суспензии спор на 3 листа. Во время заражения в одном случае 2 нижних листа характеризовались отсутствием ростовых процессов, в верхнем листе ростовые процессы продолжались еще 5 дней после заражения. На 2-х нижних листьях первые пустулы бурой ржавчины появились через 8 дней, а на верхнем листе — через 9 дней после заражения. Причем развитие ржавчины на верхнем листе было подавленным.

В следующем опыте бурой ржавчиной были заражены также молодые растения в фазе трех листьев. В момент заражения в нижнем листе ростовые процессы уже прекратились. Во

Таблица 1

Динамика сухого вещества в листьях пшеницы Герденформе 27 и развитие бурой ржавчины

Колхоз «Маяк революции», 1953 г.

Дата учета	Порядковый номер листа от основания стебля									
	1		2		3		4		5	
	к-во сух. в-ва (*mg*) (сред. на 1 лист)	бурая ржавчина (%)	к-во сух. в-ва (*mg*) (сред. на 1 лист)	бурая ржавчина (%)	к-во сух. в-ва (*mg*) (сред. на 1 лист)	бурая ржавчина (%)	к-во сух. в-ва (*mg*) (сред. на 1 лист)	бурая ржавчина (%)	к-во сух. в-ва (*mg*) (сред. на 1 лист)	бурая ржавчина (%)
4.V	24	един.	46	0	74	0	37	0	–	
8.V	24	един.	46	един.	68	0	60	0	8	0
12.V	23	един.	46	0	68	0	72	0	16	0
17.V	сухой		40	един.	63	0	75	0	32	0
21.V			40	0,03	64	0	86	0	75	0
25.V			34	0,3	65	0.14	91	0	95	0
29.V			36	1,24	65	0,08	103	0,38	97	0
4.VI			сухой		49	3,3	86	1,6	95	0,6
8.VI					47	5,4	88	5,4	97	1,9
13.VI					45	23,9	75	21,6	95	10,5
18.VI					сухой		64	23,6	85	27,8
25.VI							сухой		сухой	

2-м листе рост прекратился через 2 дня, а в верхнем листе — через 8 дней после заражения. Таким образом, два верхних листа были заражены ржавчиной в период, когда в них еще преобладали процессы ассимиляции.

Ржавчина проявилась на всех трех листьях через 10 дней после заражения. Однако в степени проявления ржавчины наблюдались большие различия. На нижних более старых листьях развитие ржавчины было максимальным. На втором и третьем листьях ржавчина была значительно подавлена. Кроме того, на третьем листе максимум развития ржавчины был на 4 дня позже второго.

Эти данные показывают, что одним из основных факторов, определяющим развитие ржавчины, является состояние растения и его органов. Воздействуя на растения в направлении повышения их жизненности, мы можем предупредить вспышку ржавчины даже при благоприятных внешних условиях.

Для проверки этого положения мы поставили опыт с искусственным торможением жизненных процессов в листьях растений пшеницы. В вегетационные сосуды посеяны были семена яровой пшеницы и созданы условия, благоприятные для развития растений. В фазе 2-х листьев растения были искусственно заражены бурой ржавчиной.

После заражения в одних сосудах поддерживали нормальные условия для развития растений: производили регулярный полив. В других сосудах преднамеренно полив производили нерегулярно: растения периодически доводили до состояния привядания, вслед за этим почва в сосудах поливалась обильно. Периодический недостаток влаги в почве в этом варианте опыта вынуждал вновь образующиеся листья развиваться за счет пластических веществ и влаги нижних зараженных листьев; вследствие этого в них усиливались процессы диссимиляции, затухали процессы ассимиляции.

Проявление бурой ржавчины на растениях двух названных вариантов опыта было весьма своеобразным, именно: нерегулярное увлажнение почвы усилило развитие на растениях уредопустул бурой ржавчины в 31 раз. При этом первые пустулы ржавчины появились на 3 дня раньше, чем при регулярном увлажнении.

В природе часто наблюдается, что более пышно развитые растения сильнее поражаются бурой ржавчиной, чем более слабые растения, развивающиеся в тех же условиях (табл. 2).

Как видим, в первом и во втором опыте растения с более мощными листьями ржавчиной поражались сильнее.

Это характерно для озимой пшеницы и можно объяснить так: на растениях, развивающихся в первой половине вегетации в условиях, способствующих пышному росту, образуется богатая листовая масса и сильный, хорошо озерненный колос. В период налива зерна такой колос требует больше пластиче-

ских веществ, отток которых из листьев усиливается. При недостатке влаги в почве в период колошения и налива зерна, что наблюдается в некоторых районах Краснодарского края, пополнение пластических веществ в листьях замедляется. В них начинают усиливаться процессы диссимиляции, нарушается обмен со средой. Это же благоприятствует развитию ржавчины.

Таблица 2

Степень поражения бурой ржавчиной различно развитых растений озимой пшеницы Новоукраинка 83

Колхоз «Маяк революции», 1953 г.

Опыты	Длина 1 листа (среднее для 3-х верхних листьев, см)	К-во зерен в колосе (шт)	Вес зерен в колосе (г)	Вес 1000 зерен (г)	Поражение бурой ржавчиной (%)
Опыт 1	19,6	19,3	0,390	20,2	1,0
	20,5	25,2	0,926	36,7	24,0
	24,2	33,6	1,234	36,7	42,5
Опыт 2	19,8	6,5	0,187	28,8	0,07
	21,5	31,0	1,186	38,2	23,9
	22,8	32,2	1,282	39,8	30,8

Растения менее развитые и менее требовательные к условиям среды безболезненно переносят недостаток влаги. Более полное удовлетворение требований менее развитых растений на том же этапе развития обусловливает их более высокую устойчивость к бурой ржавчине по сравнению с пышно развитыми растениями.

Растения, у которых развивается богатая листовая масса и сильный колос, нуждаются в бесперебойном снабжении их влагой и питанием. При недостатке их нормальный ход физиологических процессов в листьях нарушается, жизненность их снижается и устойчивость к ржавчине резко падает.

Задача агробиолога заключается в том, чтобы, вырастив сильное растение, дающее максимальный урожай зерна, создать все условия, необходимые для более длительного поддержания жизненности листьев. Это будет повышать устойчивость растений к ржавчине.

Результаты наших наблюдений и опытов дают основание полагать, что погодные условия влияют на развитие ржавчины в основном посредством воздействия на растение, повышая или понижая его устойчивость к возбудителю болезни.

По нашим наблюдениям, метеорологические условия в 1953 г., в частности количество осадков в весенний и летний периоды, благоприятствовали развитию растений пшеницы на протяжении всего периода вегетации. В апреле количество

осадков составляло 66,8 мм, в мае — 40,3 мм, в июне — 197,6 мм. Следовательно, весенние осадки способствовали развитию растений на ранних фазах. Развитые растения вполне были обеспечены влагой и питанием в критический период — колошения и налива зерна (июль). Следовательно, жизненность листьев поддерживалась до конца вегетации, и бурая ржавчина развивалась очень слабо: в фазе молочной спелости средняя пораженность растений ржавчиной колебалась от 5 до 30% (сорт Новоукраинка 83).

Результаты наших исследований показали, что одним из основных факторов, определяющим поражение пшеницы бурой ржавчиной, является состояние растений, обусловленное условиями среды. При достаточном обеспечении растений элементами питания и водой в весенний период и при равномерном обеспечении их влагой и питанием в летний период (фазы колошения и налива зерна) растения пшеницы будут устойчивы и развитие бурой ржавчины будет минимальным.

Современный уровень развития агробиологической науки и техники в сельском хозяйстве дает возможность создавать для развития растений озимой пшеницы такие условия, которые могут повышать их устойчивость к бурой ржавчине и также повышать урожай зерна.

ВЫВОДЫ

1. Бурая ржавчина развивается на листьях растений пшеницы, в которых снижается интенсивность обмена со средой.

2. Основной причиной сильного развития бурой ржавчины может быть несоответствие между требованиями растений и условиями среды.

3. Устойчивость растений пшеницы к бурой ржавчине можно повышать регулярным снабжением растений водой и элементами питания на протяжении всего периода вегетации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горленко М. В., 1951. Болезни пшеницы. Сельхозгиз, М.
2. Мичурин И. В., 1948. Каким путем возможна акклиматизация растений? Соч. т. I. Сельхозгиз, изд. 2, стр. 124—127.

А. Е. ЧУМАКОВ.

РОЛЬ МЕСТНЫХ ОЧАГОВ ЗАРАЗНОГО НАЧАЛА БУРОЙ РЖАВЧИНЫ В ВОЗОБНОВЛЕНИИ ЗАБОЛЕВАНИЯ НА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЕ

Одной из приспособительных особенностей возбудителя бурой ржавчины (Puccinia triticina Eriks.) является перезимовка его на озимой пшенице. Поэтому возникла необходимость снижения споровой инфекции ржавчины в послеуборочный период для ограждения всходов пшеницы от заражения грибом с осени. Однако по этому вопросу были лишь умозрительные суждения (Боевский А .С., Горленко М. В. и др.). Теперь на основе организационно-хозяйственной деятельности совхозов, колхозов и МТС имеется реальная возможность проверить эту гипотезу на больших площадях.

Возникновение эпифитотий ржавчины в большинстве случаев обусловливается местной инфекцией (Наумов, 1939). Источниками такой инфекции могут являться дикие злаки и падалица пшеницы, пораженные ржавчиной. Они обусловливают поддержание уредоспор гриба в критический период для ржавчинника — от уборки урожая до появления всходов озимых. Сосредоточение и расселение гриба по определенной территории обусловливает развитие макроочагов инфекции.

I. Характеристика местных макроочагов споровой инфекции бурой ржавчины

Поля, являющиеся очагами бурой ржавчины, следует разграничить на несколько типов.

Основными очагами инфекции надо считать поля озимой пшеницы.

Пятнистый характер расположения пустул бурой ржавчины на листьях всходов озимой пшеницы наиболее четко характеризует проявление болезни. Это отмечено нами на молодых растениях, начиная с фазы кущения и до начала трубкования пшеницы. Осенью 1954 г. на территории двух колхозов, обслуживаемых Родниковской МТС, типичные случаи пятни-

стого проявления ржавчины соответствовали 0,051—0,067%. По числу уредопустул это составляло до 11% (табл. 1).

Таблица 1

Встречаемость пятнистого расположения уредопустул бурой ржавчины на листьях озимой пшеницы в фазе начала кущения

Колхозы зоны Родниковской МТС Краснодарского края, 1954 г.

Показатели учета	Место учетов ржавчины			
	I	II	III	IV
Число зеленых листьев	10476	40143	19511	1419
Число растений	1103	5568	2966	253
Число листьев с пятнистым расположением пустул	11	51	20	1
Встречаемость пятнистого проявления бурой ржавчины (в %):				
на листьях	0,052	0,064	0,051	0,054
на растениях	0,499	0,458	0,337	0,308

Место и время проведения учетов ржавчины:

I. — Падалица озимой пшеницы на территории колхозов зоны Родниковской МТС; учет ржавчины 12—16 ноября 1954 г.

II. — Посевы озимой пшеницы в колхозе «Маяк революции», учет ржавчины в те же сроки.

III. — То же в колхозе станицы Константиновской.

IV. — На посеве под остекленными изоляторами; учет 25.VI и 8.VII-1954 г.

Первоначальные очаги возникают на полях из-под пшеницы, где почва не подвергается обработке после уборки урожая. Уредоспоры на стерне и соломе в течение короткого времени резко теряют жизнеспособность. В зависимости от погодных условий уредоспоры бурой ржавчины полностью теряют жизнеспособность по истечении 10—45 дней. На Кубани при выпадении осадков в августе и первой половине сентября к моменту появления всходов озимой пшеницы жизнеспособных спор на стерне и соломе вовсе не остается. При тщательной уборке урожая на таких полях падалица развивается в незначительном количестве и весьма медленно.

Первоначальные очаги ржавчины могут быть осенью лишь в случаях, когда условия погоды не позволяют своевременно провести послеуборочную обработку почвы на полях. Такие очаги обычно бывают кратковременными. Они не играют роли в прямом заспорении всходов озими. Их опасность состоит в возможности переходить в очаги перемежающиеся.

Перемежающиеся очаги создаются на полях из-под озимой пшеницы в основном после лущения стерни. В рас-

селении уредоспор наиболее опасны участки рано залущенные и продолжительное время незапахиваемые на зябь. В колхозах и совхозах сроки лущения и запашки стерни растянуты. Поэтому поля, которые сегодня являются очагами ржавчины, завтра могут быть ликвидированы вспашкой. Наоборот, другие поля, еще не являющиеся очагами, через несколько дней могут стать таковыми, когда на подрастающей падалице появляются пустулы бурой ржавчины.

Перемежающиеся очаги обычно мало инфекционны. Однако они весьма опасны, так как неоднократное проведение на полях мероприятий в виде лущения, вспашки и культивации создает благоприятные условия паразиту в переживании на падалице до появления всходов озимой пшеницы.

Долгодействующие очаги возникают вследствие грубого нарушения севооборотов. Они возникают на полях, где люцерна высевается под покров озимой пшеницы. После уборки пшеницы появляющаяся здесь падалица интенсивно заражается ржавчиной от пораженного подгона. В свою очередь с пораженной падалицы уредоспоры могут перейти на посевы озими.

Рис. 1. Местные очаги бурой ржавчины (к-з «Маяк революции», Курганинский р-н Краснодарского края, 1952 г.). 1— Долгодействующие очаги бурой ржавчины, 2 — Первоначальные очаги бурой ржавчины, 3 — Перемежающиеся очаги бурой ржавчины, 4 — План посева озимой пшеницы осенью 1952 г.

Дополнительные очаги представляются дикой и сорной злаковой растительностью на полях и по обочинам полей, если среди нее имеются передатчики ржавчины на пшеницу. Для условий Кубани дикие и кормовые травы в передаче заразного начала на пшеницу существенной роли не играют.

К возможным очагам следует отнести площади, где произрастают известные промежуточники ржавчины (василистник, ломонос и др.). На Северном Кавказе василистник в развитии возбудителя бурой ржавчины значения не имеет, так как гриб зимует преимущественно уредомицелием в зараженных листьях озимой пшеницы.

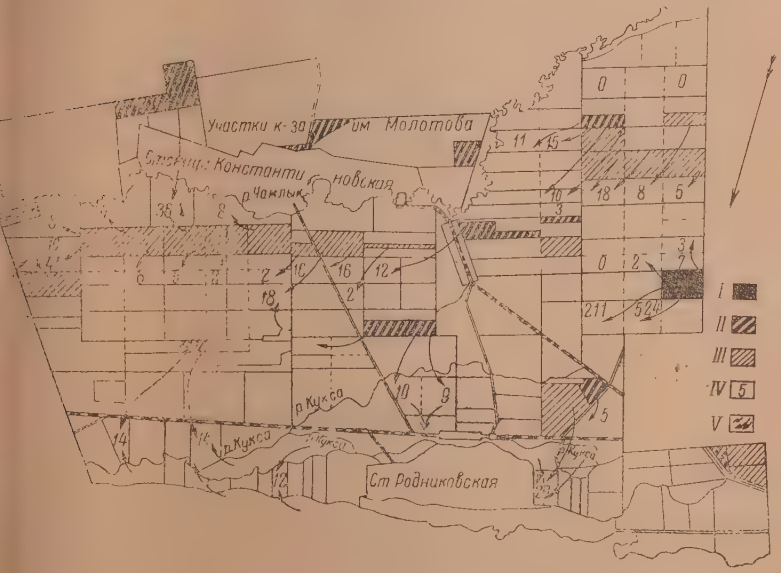


Рис. 2. Влияние очагов споровой инфекции бурой ржавчины на заражение всходов озимой пшеницы (к-з «Маяк революции», 1953 г.). I — Долгодействующие очаги. II — Первоначальные очаги. III — Перемежающиеся очаги. IV — Цифры обозначают число уредопустул на 1000 листьев пшеницы. V — Стрелки показывают преобладающее направление ветра и распространение инфекции.

О локализации очагов споровой инфекции бурой ржавчины на Кубани можно судить на примере колхоза «Маяк революции» Курганинского района Краснодарского края. Они показаны на 3—5 октября за 1952 и 1953 гг. (рис. 1 и 2). Периодическая фиксация местных очагов в течение нескольких лет позволила нам установить взаимозависимость между ними. Степень инфекционности макроочагов соответствует порядку наименования их на рис. 3.

Наблюдения показали, что с весны до уборки озимой пшеницы уредоспоры бурой ржавчины с основных очагов передаются поочередно первоначальным и перемежающимся, а также дополнительным очагам. При этом в предуборочный период отсталые растения пшеницы более микофорны, нежели растения созревшие. Осенью же, с конца сентября, происходит обратное явление: посевы озими могут заражаться от всех местных очагов. Однако, помимо указанного взаимоотношения очагов, вполне возможно самостоятельное возникновение каждого из них в отдельности.

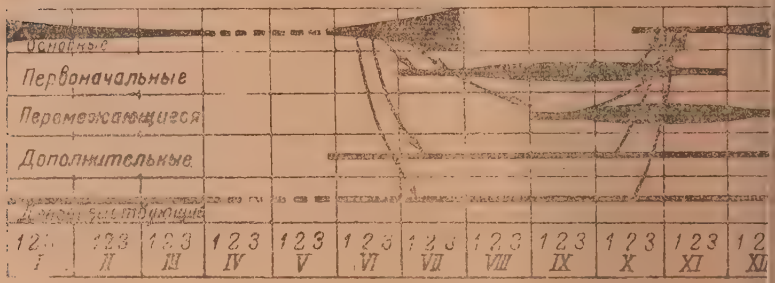


Рис. 3. Функционирование местных очагов споровой инфекции бурой ржавчины в Краснодарском крае в 1952—57 гг. (схема).

2. Роль подавления местных очагов бурой ржавчины в ограничении развития заболевания на озимой пшенице осенью

Исследования показали, что местные очаги бурой ржавчины в развитии заболевания на озимой пшенице Новоукраинка 83 и 84 в условиях Краснодарского края имеют определенное значение, но не равноценное по периодам года.

Летом в послеуборочный период подавление пшеничной падалицы системой обработки почвы приводит к резкому сокращению свежих уредоспор в соответствующих очагах инфекции. При этом в развитии ржавчины «мертвого моста» практически не существует. Поэтому для предохранения всходов озимой пшеницы все внимание должно быть направлено на ликвидацию пшеничной падалицы, как «зеленого моста» в накоплении и распространении заразного начала.

Осенью, с появления всходов озимой пшеницы, ржавчинные очаги приобретают важное значение. Так, на территории колхоза «Маяк революции» в октябре и ноябре 1953 г. из ржавчинных очагов споры гриба распространялись преимущественно восточными ветрами в западном направлении. С 1 октября по 10 ноября 1953 г. частота ветров восточной четверти составляла 63,4%. При этом из очагов споры распространялись

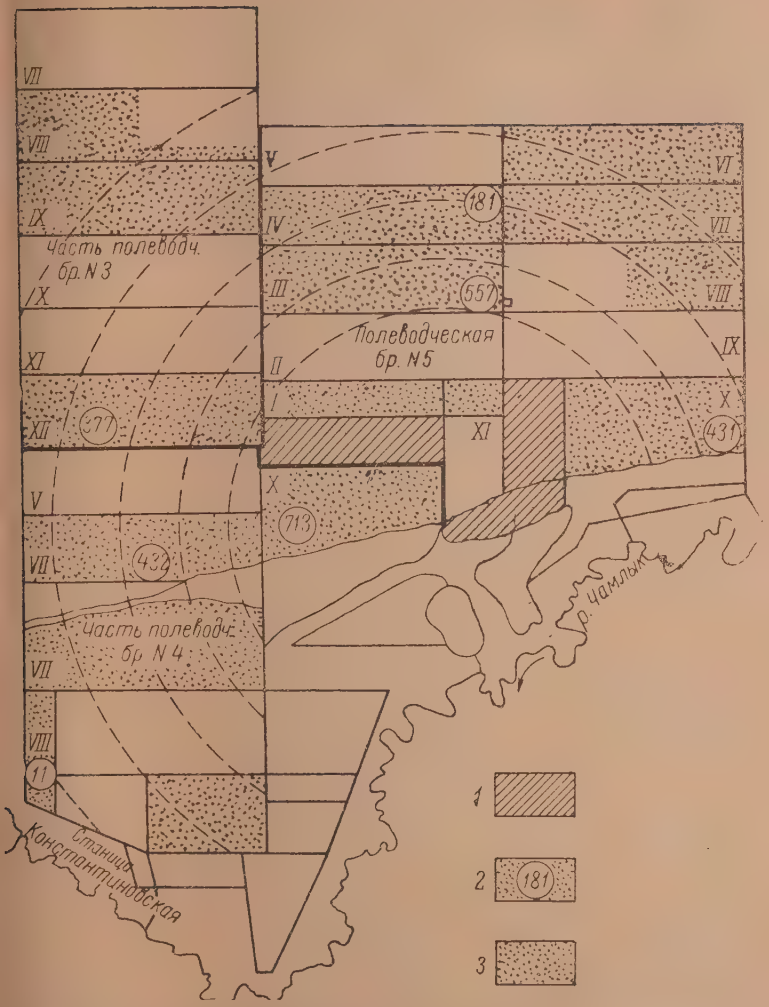


Рис. 4. Влияние перемежающегося очага споровой инфекции бурой ржавчины на заражение всходов озимой пшеницы (12—13.XI 1954 г.). 1 — Поля с пшеничной падалицей, пораженной бурой ржавчиной, 12.XI-1954 г. 2 — Цифры обозначают число рассеянных уредопустул на 1000 листьев пшеницы, посеянной по полупару 12—22.XI-1954 г. 3 — Размещение озимой пшеницы по другим предшественникам и срокам сева.

на запад не более 5 км, на север и на юг — на 2 км и на восток — не более 0,5—1,0 км. Если в направлении с востока на запад располагалось смежно несколько очагов, то поток спо-

ровой инфекции усиливался. Об этом можно было судить по частоте нахождения уредопустул бурой ржавчины на листьях всходов озимой пшеницы, которая имела один срок посева и одинаковые предшественники (рис. 2). В местах завихрения токов воздуха, по-видимому, возрастал нанос спор, что в сочетании с другими факторами приводило к резкому увеличению заражения пшеницы (211—524 уредопустул на 100 листьев пшеницы). Кустарниковые заросли вдоль реки Чамлык и строения станицы Константиновской, как правило, служили преградой в распространении уредоспор.

Частота встречаемости уредопустул на тысячу листьев озимой пшеницы осенью (конец ноября м-ца, 1953 г.) была тем большей, чем ближе были расположены поля пшеницы сентябрьских сроков посева (14—30.IX) к очагам с подветренной стороны. Околоскирдные кулиги пораженной падалицы в большинстве случаев усиливали поражение всходов пшеницы ржавчиной. В некоторых случаях слабое влияние околоскирдной падалицы перекрывалось интенсивным потоком спор с близ расположенного мощного очага.

В 1954 г. при частоте ветров восточной четверти с 1 октября по 10 ноября, равной 33%, споры гриба из очагов инфекции распространялись во все стороны на равное расстояние до 3 км. Это удалось выяснить на части территории одного из колхозов зоны Родниковской МТС в результате биосъемки бурой ржавчины на 15 ноября (рис. 4). На полях пшеницы, непосредственно граничащих с очагом, было 713 уредопустул, а при удалении около 3 км — 11 пустул на тысячу листьев.

Летне-осенние очаги бурой ржавчины особенно опасны для всходов озимой пшеницы преждевременных сроков посева. Такие посевы осенью сильно поражаются бурой ржавчиной, а весной и летом следующего года сами становятся очагами ржавчины.

3. Способы ликвидации местных очагов бурой ржавчины

В условиях Краснодарского края местные макроочаги споровой инфекции бурой ржавчины подлежат ежегодной ликвидации в каждом хозяйстве. Это достигается своевременным и повсеместным проведением комплекса агротехнических и организационных мероприятий (Тупеневич и Чумаков, 1956 г. и 1957 г.).

Общим мероприятием является уборка урожая пшеницы в сжатые сроки. Не допуская перестоя пшеницы на корню, мы избегаем осыпания зерна. Для этого наряду с прямым комбайнированием необходимо практиковать раздельную уборку с использованием виндроуэров и простых уборочных машин. Во время уборки обычно применяют колосоподъемники, зерноуло-

зители, сгребание и сбор колосьев, так как, помимо прямой потери части урожая, оставленное в поле зерно прорастает и вызывает появление на полях падалицы или самосева. Всходы падалица поражается ржавчиной и может создать очаги спор гриба, способных заражать всходы озимых посевов.

Первоначальные очаги споровой инфекции ликвидируются повсеместным одно- и двукратным лущением стерни хлебных злаков, в первую очередь лущением стерни озимой пшеницы, с обязательной последующей вспашкой поля плугом с предплужниками. При этом важно своевременно убрать с полей солому; лучше это проводить в агрегате с комбайном или вслед за ним с последующим немедленным скирдованием соломы вблизи дорог у края полей, но удаленных от будущих посевов озимых.

Перемежающиеся очаги обезвреживаются своевременной обработкой почвы после уборки урожая. В случае предназначения полей под новые посевы озимых той же культуры обработку стерни предшественника следует проводить по способу полупара (пожнивного пара). Это дает лучшее сохранение влаги в почве и накопление питательных веществ, а также обеспечивает ликвидацию падалицы, пораженной ржавчиной. По полупару урожай озимой пшеницы выше, чем при других способах обработки почвы (табл. 2).

Таблица 2

Влияние способов обработки почвы после уборки озимой пшеницы на развитие падалицы, урожай последующего посева и поражение листьев бурой ржавчиной

Колхоз «Маяк революции», 1952—1953 гг.

Способы обработки почвы	Число растений падалицы на 1 кв. м. на 10.IX. 1952 г.	Урожай зерна в 1953 г. (в ц/га)	Развитие ржавчины в молочную спелость в 1953 г. (в %)
Без лущения, ранняя вспашка	5,5	16,0	71,7
Одно лущение и вспашка	23,0	16,9	56,5
Два лущения и вспашка	16,0	17,7	40,9
Пожнивной пар (полупар)	5,3	19,6	50,8

На полях из-под пшеницы, предназначенных для посева в следующем году другой культуры, также можно проводить одно или два лущения с последующей вспашкой. Двойное лущение практикуют на самых засоренных полях. Зяблевая вспашка полей из-под пшеницы должна быть закончена за 3—5 дней до появления всходов озимых, чтобы не допускать пере-

хода ржавчины со стерни и падалицы на всходы. Все эти мероприятия в первую очередь необходимо проводить на полях, прилегающих к посевам озимых культур.

Наблюдения показали, что двукратное лущение стерни и вспашка уменьшают количество падалицы в 1,5—3,5 раза и сорняков — в 2,8—4,6 раза по сравнению с одним лущением; двукратное лущение снижает развитие ржавчины на озимой пшенице в молочную спелость до 40,9% от 71,7% и повышает урожай зерна с 16 до 17,7 ц/га, если сравнивать с посевом на невзлущенном участке.

По подавлению падалицы полупаровая обработка стерни эффективнее двух лущений в 3 раза и по подавлению сорняков эффективнее в 5—8 раз.

Перерывы между обработками почвы в летне-осенний период не должны превышать двух недель. Затягивание сроков обработки взлущенной стерни приводит к излишнему иссушению почвы и образованию очагов заразного начала ржавчины. Особенно тщательная обработка полей из-под озими должна практиковаться в случае предназначения их для посева озимой пшеницы в ту же осень.

Долгодействующие очаги должны быть ликвидированы правильным ведением севооборота. Полевые севообороты целесообразно закрывать яровой твердой пшеницей, овсом, яровым или озимым ячменем. Это исключает развитие ржавчиноопасной падалицы на том поле, где производится подсев злаково-бобовой травосмеси. Размещение трав под покров озимой пшеницы в дальнейшем после уборки урожая приводит к усилению развития ржавчины в очагах (табл. 3).

Таблица 3

Напряженность споровой инфекции бурой ржавчины в очагах на территории колхозов Родниковской МТС

(учет на 15 ноября 1954 г.)

Очаги споровой инфекции	Площадь (га)	Среднее число растений падалицы на 1 кв.м	Развитие ржавчины (в %)	Напряженность споровой инфекции (условные единицы*)
Колхоз «Маяк революции»				
Перемежающиеся	1153	10,33	0,186	2000
Долгодействующие	232	56,70	0,555	7000
Колхоз ст. Константиновской				
Перемежающиеся	600	10,33	0,164	1000
Долгодействующие	80	163,80	0,252	3000

* Напряженность споровой инфекции вычислена путем произведения пораженности листьев ржавчиной на густоту стояния растений и на площадь, занятую очагом.

Поля с незапаханной стерней, где травы вышли из-под покрова озимой пшеницы (долгодействующие очаги), представляют большую опасность по количеству уредоспор бурой ржавчины, несмотря на их малую площадь в колхозах, чем падалица, появляющаяся по зяби (перемежающиеся очаги). При подсеве трав под твердую пшеницу или под ячмень на падалице этих культур бурая ржавчина не развивается. При пожнивном посеве кормовых растений колхозы с успехом высевают кукурузу, суданку и просо.

Ликвидация дополнительных очагов ржавчины в условиях лесных полезащитных насаждений в правильных севооборотах может быть легко осуществима общими фотосанитарными мероприятиями. Они совершенствуются с повышением культуры земледелия.

4. Эффективность ликвидации летне-осенних очагов бурой ржавчины пшеницы

Ликвидация летне-осенних очагов споровой инфекции бурой ржавчины имеет существенное значение в ограждении всходов озимой пшеницы осенью от заболевания. Осенью 1952 г. в севообороте Крымской Государственной Комплексной с.-х. опытной станции была проведена полная ликвидация осенних очагов инфекции на площади 800 га. По наблюдениям Н. А. Будариной в результате этого перед уходом озимой пшеницы на зимовку (20 ноября) было отмечено только 1% больных растений. В соседнем колхозе на контрольных полях, где никаких мер борьбы с падалицей не проводилось, пораженных растений было 75%. По наблюдениям А. Н. Мамонтовой в 1953 г. в Северной Осетии ржавчина на пшенице появилась преимущественно весной и не сразу, а постепенно, начиная с участков, прилегающих к долгодействующим очагам, и была заметна на расстоянии 50—100 м. В 1953—54 г. на приусадебном участке в станице Родниковской, территориально отграниченном от пшеничных полей, всходы пшеницы поздно осенью, зимой и весной были свободны от пустул ржавчины (А. Г. Золотова). На территории колхоза «Маяк революции» в первоначальных и перемежающихся очагах на 1 декабря 1953 г. напряженность инфекции была снижена до 30,6 условных единиц, в то время как по колхозу «Путь Ленина» Гулькевичского района на 1 декабря 1953 г. ржавчинная инфекция достигла 187000 условных единиц. Тем не менее ни в одном случае это не обеспечило должного эффекта в снижении ржавчинного заболевания на озимой пшенице к периоду колошения в последующем году.

На территории двух колхозов зоны Рудниковской МТС в послеуборочный период 1954 г. комплексом приемов агротехники удалось нацело ликвидировать первоначальные очаги

споровой инфекции бурой ржавчины. Ко времени появления всходов озимой пшеницы, на 3 октября, в полевых севооборотах имелась лишь падалица в долгодействующих и перемежающихся очагах; она практически была свободна от пустул ржавчины. Казалось бы, что отсутствие на полях ржавчины с середины июля до середины октября должно было обеспечить уход растений озимой пшеницы на зимовку свободными от заболеваний. Однако наблюдения показали, что появление бурой ржавчины осенью было связано не только с наличием споровой инфекции. Оно, по-видимому, было обусловлено также иным источником заразного начала (Чумаков, 1952).

Осенью 1954 г. в период кущения озимой пшеницы на листьях наблюдались случаи рассеянного, загущенного, пятнистого и иных форм расположения уредопустул; некоторые формы проявления уредопустул весьма затруднительно объяснить результатом воздушной инфекции (табл. 4). Явления, подобные вышеуказанным, также наблюдались в полевых условиях осенью 1955 и 1956 гг.

Таблица 4

Расположение уредопустул ржавчины на листьях озимой пшеницы по одноименному предшественнику (срок сева 11—24 сентября)

Колхозы зоны Родниковской МТС, 12—16 ноября 1954 г.

Показатели учета	Колхоз ст. Константиновской		Колхоз „Маяк революции"	
	общее к-во	тоже в %	общее к-во	то же в %
Число пораженных листьев	1226	13,2	1613	12,1
Число уредопустул ржавчины:	6843	—	9897	—
В том числе				
1. При рассеянном расположении поражено листьев	1172	95,60	1520	94,23
число пустул	4179	61,07	5917	60,00
2. При загущенном расположении поражено листьев	36	2,93	69	4,28
число пустул	1011	14,77	1884	19,03
3. При пятнистом расположении[1] поражено листьев	18	1,47	24	1,49
число пустул	1653	24,16	2096	20,97

[1] При пятнистом проявлении ржавчины около половины приходится на долю желтой ржавчины. В остальных случаях — бурая ржавчина.

Таким образом, в сельскохозяйственном производстве Краснодарского края при большой насыщенности севооборотов озимой пшеницей (50—60%) и имеющих место нарушениях отдельных приемов агротехники, а также несоблюдении сроков их проведения, создаются условия, способствующие выживанию ржавчинника в летне-осенний период. Этому благоприятствует наличие вегетирующих растений пшеницы на определенных полях в период от уборки урожая до появления всходов озимой пшеницы; на таких полях к периоду всходов пшеницы может накапливаться массовое количество споровой инфекции бурой ржавчины.

Исследования 1952—1956 гг. показывают, что подавление летне-осенних очагов споровой инфекции бурой ржавчины на падалице системой агротехники имеет фитосанитарное значение. Это весьма важно, так как в странах, где возделываются зерновые культуры, все воздушное пространство, вплоть до высоты 4000 м, наполнено спорами возбудителей ржавчины злаков. Вследствие этого вероятность попадания спор на растения достигает такой величины, что на всей территории, занятой зерновыми злаками, каждое растение наверняка будет заражено, и не один раз (Гойман, 1954).

При соответствующей организации комплексной механизации полевых работ возможно резко ограничить развитие пшеничной падалицы, снизить споровую инфекцию, и в значительной мере оградить посевы пшеницы осенью от ржавчины.

ВЫВОДЫ

1. Ликвидация местных очагов уредоспор бурой ржавчины имеет фотосанитарное значение. В заражении озими наибольшую роль играет пораженная падалица преимущественно на участках, где люцерна высевается под покров озимой пшеницы. Ликвидация таких долгодействующих очагов достигается правильным ведением севооборотов. Другие летне-осенние очаги обезвреживаются проведением соответствующего комплекса полевых работ.

2. Частичная ликвидация местных очагов может не достигать цели.

3. Снижение пораженности озимой пшеницы бурой ржавчиной при одновременном выращивании высокого урожая достигается проведением всего комплекса агротехнических мероприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гойман Э., 1954. Инфекционные болезни растений. Изд. иностранной литературы, М., стр. 608.

2. Наумов Н. А., 1939. Условия возникновения эпифитотий ржавчины. В кн.: «Ржавчина зерновых культур». М., стр. 29—41.

3. Тупеневич С. М., Чумаков А. Е., 1956. Методика по оценке агротехнических мероприятий в защите озимой пшеницы от бурой ржавчины. (Для условий Краснодарского и Ставропольского краев). Изд. ВИЗР, Л., 20 стр.

4. Тупеневич С. М., Чумаков А. Е., 1957. Методика по оценке эффективности комплексов агротехнических мероприятий в защите хлебных злаков от ржавчины по зонам СССР. Изд. ВИЗР, Л., 40 стр.

5. Чумаков А. Е., 1952. Проявление бурой и линейной ржавчин на некоторых злаках в условиях изоляции от воздушной инфекции. В кн.: «Краткий отчет о н.-и. работе ДВСТАЗР за 1952 г.», стр. 47—59.

В. А. ТОПОЛОВСКИЙ.

ВЗАИМООТНОШЕНИЯ МЕЖДУ ВОЗБУДИТЕЛЕМ БУРОЙ РЖАВЧИНЫ И РАСТЕНИЕМ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ ВЛАЖНОСТИ В ПОЧВЕ

Физиолого-биохимические процессы в растениях наиболее интенсивно протекают при выращивании их в оптимальных условиях водного режима в почве, особенно если растения получают достаточно воды в периоды, критические к влаге.

В полях севооборотов при чередовании культур и применении различных приемов агротехники для озимой пшеницы создаются в почве различные условия влажности. Это приводит к значительным изменениям во взаимоотношениях между растением-хозяином и паразитом-возбудителем бурой ржавчины (Puccinia triticina Eriks.). Эти отношения обусловливаются, в первую очередь, способностью питающего растения удовлетворять потребности паразита в свежих ассимилятах.

И. В. Мичурин еще в 1906 г., описывая ржавчину роз, отметил, что этой болезнью зачастую заболевают во всех отношениях более сильные и здоровые растения (по крайней мере, по наружному виду), а слабые остаются непораженными. Стэкмен (1914) пришел к выводу, что условия влажности, более благоприятные для растения-хозяина, являются наиболее благоприятными и для развития ржавчины. К аналогичным выводам пришел Фридрихсон (1937), изучавший влияние орошения на поражаемость пшеницы ржавчиной в Заволжье, и Степановский (1934, 1936, 1937), работавший в той же зоне с большим набором сортов пшеницы.

Иностранные авторы (Штейнер, 1933; Фольк, 1932; Хассебраук, 1934; Мёрфи, 1935; Сэвулеску, 1951 и др.) также в основном констатировали нарастание развития болезни с увеличением степени влажности почвы.

Особо следует остановиться на работе Сабуровой (1946). В ней дано некоторое представление о физиологии пшеницы, пораженной бурой ржавчиной под влиянием различной влажности почвы. Однако автор, как и предыдущие исследовате-

ли, мало уделяет внимания биологическим особенностям в взаимоотношениях между питающим растением и паразитом высокой облигатностью.

Как правило, большинство исследователей указывает, что с увеличением влажности почвы степень пораженности расте ний ржавчиной усиливается. Только у Гоймана (1954) нахо дим, что при избытке воды в почве, когда в растении проис ходит процесс конденсации влаги и, тем самым, создаются неблагоприятные условия для его развития, степень поражен ности ржавчиной снижается.

Наши исследования были связаны с постановкой вегетаци онных и полевых опытов. В вегетационном опыте сделана по пытка выяснить основные, принципиальные стороны во взаимо отношениях между растением пшеницы и возбудителем буро ржавчины; в производственных опытах — сделана попытк использовать полученные данные для повышения ржавчиновы посливости растений. Исследования проводились в колхоз «Маяк революции» зоны Родниковской МТС, Краснодарского края (1954—1956 гг.) с озимой пшеницей сорта Новоукраин ка 84.

Вегетационные опыты

При постановке вегетационных опытов были использовани обычные методики (Недокучаев, 1931; Соколов, 1938). Одна ко в силу того, что нам пришлось иметь дело с озимой пшени цей, методика постановки опытов была несколько изменена Предшествующей осенью были выделены площадки с выра ненным травостоем пшеницы. Весной, до возобновления вегета ции пшеницы, на этих площадках были взяты монолиты (с че тырьмя растениями каждый) и затем врезаны в сосуды тип Вагнера емкостью до 12 кг почвы каждый. Предварительн сосуды были оттарированы, снабжены дренажем и поливным трубками. Полив сосудов проводился по весу с точностью до 5 г.

В опыте 1956 г. было три группы сосудов по 15 в каждой В первой группе выращивание растений проводилось пр влажности почвы, равной 35% от полной влагоемкости (мини мальная влажность), во второй — 65% (оптимальная влаж ность) и в третьей — 95% (максимальная влажность). Каждая группа в свою очередь имела три серии: в первой растени выращивались на слабосолонцеватом черноземе, во второй — на среднесуглинистом выщелоченном черноземе и в третьей — на черноземовидной хрящеватой почве.

В весенний период сосуды поливались через каждые дв дня, затем нормы и сроки поливов изменялись в зависимост от нарастания вегетативной массы и температуры воздуха. сухую погоду сосуды выставлялись на открытую площадку.

Искусственное заражение (опыливание) растений свежими уредоспорами бурой ржавчины было проведено во время полного колошения по методике, описанной Наумовым (1939). Условия для инокуляции были весьма благоприятными: моросил мелкий дождь, среднесуточная температура воздуха равнялась 15°.

На восьмой день после заражения отмечено появление первых уредопустул в основном на растениях, выращиваемых в оптимальных условиях почвенной влажности. При недостаточной и избыточной влажности почвы инкубационный период был бо́льшим в среднем на 1—2 дня.

Результаты инокуляции были учтены в начале цветения и в фазу молочной спелости по методике Страхова (1951).

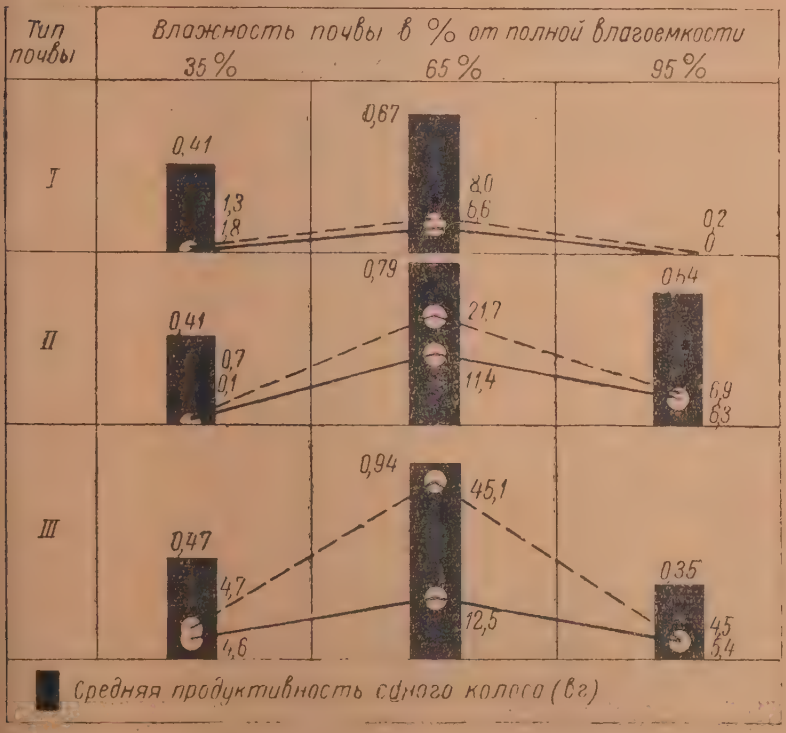


Рис. 1. Зависимость между типом почвы, ее влажностью, продуктивностью озимой пшеницы и поражаемостью бурой ржавчиной в вегетационном опыте. Тип почвы: I. Слабосолонцеватый чернозем. II. Среднесуглинистый выщелоченный чернозем. III. Черноземовидная хрящеватая почва. Пораженность листьев ржавчиной: пунктир — в фазу цветения в пустулах, сплошная линия — в молочную спелость в %%.

Из рисунка 1 можно видеть, что в фазу цветения пшеницы наибольшее число пустул было на растениях, выращиваемых в оптимальных условиях влажности почвы. При минимальной и максимальной влажности число пустул бурой ржавчины было значительно меньшим. Такая определенная тенденция, свойственная паразиту с весьма высокой степенью облигатности, наблюдается на всех трех почвенных разностях. При этом эдафические факторы играли здесь лишь подчиненную роль.

Сопоставление интенсивности поражения растений ржавчиной в фазу молочной спелости с урожаем зерна подтвердили общую закономерность. Высокопродуктивные растения во всех случаях опыта оказались наиболее интенсивно пораженными ржавчиной.

Это положение было подтверждено проверкой непосредственно в поле. Для этого было заэтикетировано 1500 стеблей пшеницы, имевших различную степень пораженности ржавчиной в фазе молочной спелости. После созревания растений был учтен урожай с каждого колоса. Стебли были промерены и разбиты на классы по длине. Исходные данные обработаны биометрическим способом. Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1

Группы растений по пораженности бурой ржавчиной (в %)	Элементы учета	
	средний вес зерна в 1 колосе (в г)	разница в урожае по сравнению с первой группой (в %)
0—10	0,752	0
20—30	0,863	+15
40—50	0,916	+22
60 и выше	0,977	+30

В вегетационном опыте наиболее восприимчивыми по типу иммунности (0—2) оказались растения, развивавшиеся в оптимальных условиях влажности. Растения этой группы по общему габитусу были мощными, хорошо раскустившимися. Растения двух крайних групп обладали большей устойчивостью, определявшейся в основном баллами 3 и 4.

На всех трех почвенных разностях в варианте с недостаточной влажностью, а также на слабо солонцеватом черноземе при избыточной влажности, пшеница была низкорослой, плохо раскустившейся и несколько раньше выколосилась. Во всех случаях, когда растения испытывали угнетающее действие избытка, а равно и недостаток влаги, интенсивность поражения снижалась, устойчивость же к заражению ржавчиной повышалась.

Полевые опыты

Изучение взаимоотношений между растением пшеницы и возбудителем бурой ржавчины в связи с различиями водного режима в почве было проведено также в полевых условиях. Для этого были подобраны поля озимой пшеницы, сходные по агротехническим условиям, но различающиеся естественным режимом влаги в почве. Все подобранные поля естественно распадались на три группы, характеризующиеся почвенными разностями. Их физические свойства и местоположение в основном определяли различный режим влаги в почве. На таких полях в течение вегетации озимой пшеницы в корнеобитаемом слое почвы (40 см) периодически определялась влажность почвы. Кроме того, по фазам вегетации растений проводились учеты пораженности растений бурой ржавчиной. Урожай зерна был учтен при комбайновой уборке по бункерному весу.

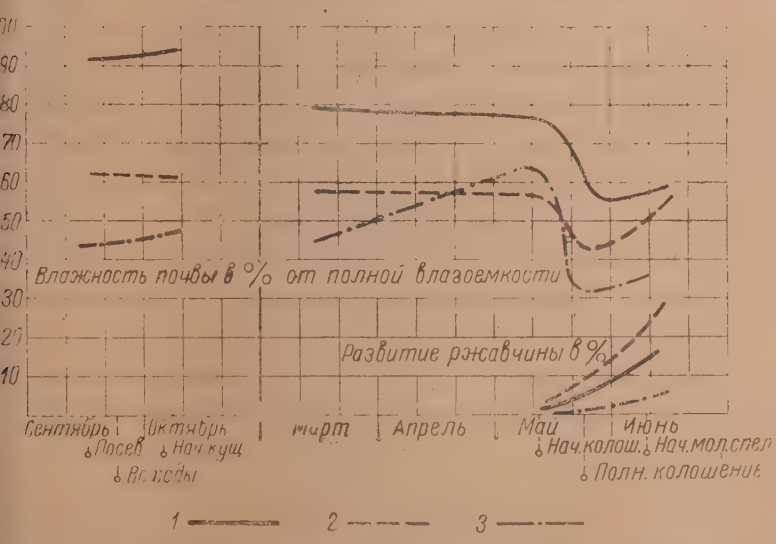


Рис. 2. Влияние влажности почвы на поражаемость озимой пшеницы бурой ржавчиной в полевом опыте. 1. Слабосолонцеватый чернозем. 2. Среднесуглинистый выщелоченный чернозем. 3. Чернозем-ловидная хрящеватая почва.

Из рисунка 2 видно, что наиболее благоприятно водный режим в почве сложился на среднесуглинистом выщелоченном черноземе. Здесь в течение вегетационного сезона влажность почвы в корнеобитаемом слое была все время в пределах оптимума. Такой водный режим обеспечил наибольшую продуктивную кустистость пшеницы (3,6) и наивысший урожай зерна (20 ц/га).

Несколько худший водный режим был на черноземовидной хрящеватой почве. Здесь во время колошения и молочной спелости (т. е. в критические периоды) влажность почвы была значительно ниже оптимальной. Следствием этого была меньшая продуктивная кустистость (2,86) и более низкий урожай зерна (15,6 ц/га). Наконец, на слабосолонцеватом черноземе в осенний период наблюдался неблагоприятный водным режим в почве. Продуктивная кустистость растений (1,4) и урожай (10,76 ц/га) были наименьшими.

Различия в условиях произрастания и особенно во влажности почвы сказались на развитии ржавчины. В первом случае (среднесуглинистый выщелоченный чернозем) пшеница развивалась в течение всего периода вегетации в наиболее благоприятных условиях влажности почвы; интенсивность поражения растений ржавчиной (34,4%) была наибольшей.

Условия вегетации для озимой пшеницы на черноземовидной хрящеватой почве в осенний период были более благоприятными, чем на солонцеватом черноземе. Однако резкое падение влажности почвы в период колошение — молочная спелость значительно снизило степень пораженности растений ржавчиной (7,75%). В этом случае благоприятные условия в начале вегетации способствовали большей ржавчиновыносливости растений; урожай получен удовлетворительный.

На слабосолонцеватом черноземе развитие ржавчины депрессировалось избыточной влажностью почвы в течение почти всей осени и весны.

Агротехнические опыты

Выяснение роли активного изменения водного режима в почве системой обработки на повышение ржавчиновыносливости растений пшеницы нами было проведено в агротехнических опытах. В 1954—1955 гг. опыты с озимой пшеницей были заложены по предшественнику — подсолнечник. Одна часть поля (22 га) была вспахана плугом с предплужниками на обычную глубину 24—25 см; другая часть поля была прокультивирована дисковым культиватором на глубину до 10 см в двух направлениях. Посев на этих участках был произведен одновременно перекрестно-диагональным способом при одинаковой норме высева (180 кг/га). Данные о влиянии способа предпосевной обработки почвы после подсолнечника на весеннее возобновление вегетации озимой пшеницы и пораженности ее бурой ржавчиной по учетам на 15.III-1955 г. приведены в таблице 2.

Как видим, применение культивации вместо вспашки в засушливую осень 1954 г. значительно улучшило развитие растений в весенний период. Это было связано с лучшей обеспеченностью растений влагой. В течение весенне-летнего периода

955 г. влажность почвы на обоих участках полей различалась ало. Однако по предпосевной культивации был получен боль- ий урожай (23 ц/га), чем по вспашке (16 ц/га). Пораженность растений ржавчиной в молочную спелость по культивации была выше (14,06%), чем во втором варианте опыта 7,25%).

Таблица 2

Способы обработки почвы	Площадь (га)	Кустистость	Число зеленых листьев на 1 кв. м	Число отмерших листьев на 1 кв. м	Число зеленых листьев пораженных бурой ржавчиной	Общее число уредопустул ржавчины
бычная вспашка	22	2,96	906	172	89	413
ультивация	22	3,45	1066	210	148	1421

В 1955—56 гг. опыт был повторен в условиях, когда осенний ериод 1955 г. характеризовался достаточным количеством садков. После уборки подсолнечника и послеуборочных остатов поле площадью 50 га было прокультивировано дисковым ультиватором в двух направлениях. Контролем служил участок того же поля размером 7,7 га, вспаханный в те же сроки бычным способом. Наблюдения показали, что по глубокой спашке лучшие физические условия в почве обеспечило обилие влаги. В результате этого к моменту ухода пшеницы в зиу здесь кустистость растений была большая (2,0), чем в варианте с бесплужной обработкой почвы (1,1). Пораженность астений ржавчиной в осенний период была незначительной.

В течение весенне-летнего периода вегетации до колошения озимая пшеница в названных вариантах опыта развивалась в сравнительно одинаковых условиях водного режима. азвитие ржавчины также шло почти одинаково.

В период от начала цветения до молочной спелости погодные условия резко изменились. Обилие дождей сменилось засухой, длившейся всю вторую декаду июня и совпавшей с критическим у пшеницы периодом по требованию к почвенной лаге. Влажность почвы резко снизилась, особенно в варианте бесплужной обработкой, и достигла 38,74% от полной влаемкости, что на 15,4% было меньше, чем по пахоте.

Таким образом, водный режим для растений оказался более благоприятным в варианте, где основной обработкой почвы осенью 1955 г. была проведена вспашка плугом с предплужниками на обычную глубину. Развитие бурой ржавчины здесь было также более интенсивным и ко времени молочной спелости достигло 21,1%, в то время как по бесплужной обработке (культивация) — лишь 6,1%. В варианте с глубокой вспашкой, несмотря на более интенсивную пораженность

ржавчиной, урожай зерна был выше (25,5 ц/га), чем по культи
вации (22,5 ц/га).

ВЫВОДЫ

1. Одним из основных факторов, влияющих на интенсив
ность поражения листьев озимой пшеницы бурой ржавчиной
является водный режим в почве, обусловливающий то ил
иное физиолого-биохимическое состояние растений.

Оптимальные условия влажности почвы способствуют уве
личению интенсивности поражения растений ржавчиной и по
вышают их восприимчивость.

Недостаток влаги в почве, а равно ее избыток угнетают ра
стения и снижают интенсивность развития болезни.

2. Агротехнические приемы, улучшающие условия развити
растений озимой пшеницы, часто повышают интенсивность по
ражения листьев бурой ржавчиной. Однако прибавка урожая
полученная в результате таких мероприятий, перекрывает воз
можную потерю урожая от паразитирования гриба.

3. Приемы предпосевной обработки почвы после пропаш
ных предшественников озимой пшеницы следует дифференци
ровать в зависимости от погодных условий. В засушливую
осень такие поля необходимо обрабатывать безотвальными
орудиями, т. е. сразу же после уборки пожнивных остатков
почву следует прокультивировать дисковыми культиваторами
в двух направлениях. В случае выпадения в осенний период
достаточного количества осадков наибольший хозяйственный
эффект дает обычная вспашка плугом с предплужниками.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гойман Э., 1948. Инфекционные болезни растений. Издан
иностр. литературы, М., 1954, стр. 608.

2. Мичурин И. В. Собрание сочинений в четырех томах. изд
2-ое, М., Сельхозгиз, т. IV, стр. 67.

3. Недокучаев Н. К., 1931. Вегетационный метод. Сельхоз
гиз, М.—Л., стр. 93.

4. Сабурова П. В. 1946. Физиологическое обоснование пора
жаемости пшеницы бурой ржавчиной. (Puccinia triticina) под влиянием
различной влажности почвы. Ботанический журнал, т. 31, № 4, М.
стр. 35—48.

5. Соколов А. В., Ахромейко А. И. и Панфилов В. Н.
1938. Вегетационный метод (под ред. А. В. Соколова). Сельхозгиз
М., стр. 54.

6. Стефановский И. А., 1934. Селекция на иммунитет к бурой
ржавчине. «На защиту урожая», № 5—6, стр. 11—12.

7. Стефановский И. А., 1936. Влияние окружающих факто
ров на иммунитет пшеницы. Докл. Акад. Наук СССР, т. II (XI)
№ 8 (94), стр. 335—339.

8. Стефановский И. А., 1937. Устойчивость пшениц к бурой
ржавчине в условиях Заволжья. «Соц. растениеводство» № 21
стр. 43—52.

9. Сэвулеску А., 1951. Состояние распространения вредителей и болезней сельскохозяйственных растений и средства борьбы с ними, РНР. В кн.: «Международный конгресс по фитопатологии, энтомологии и защите растений». Т. II, Inst. de Cere. Agr. si Editura de Stat entru Liter. st, стр. 207—264.

10. Фридрихсон Г. А., 1937. Ржавчина пшеницы в условиях рошаемого Заволжья. «Защита растений» № 12, стр. 35—50.

11. Hassebrauk K. 1934. Die Bedeutung der Bodenfeuchtigkeit für as Verhalten von Puccinia graminis und Puccinia triticina auf erschiedenen Weizensorten. Phytopath. Ztschr. VII, 3, 259.

12. Murphy H. C. 1935. Effect of crown—rust infection on yield nd water requirement of oats. Journ. Agr. Res., 50(5): 387—411 (IV.X).

13. Stakman E. C. 1914. A study on cereal rusts. Physiological aces. Min. Agr. Exp. Stat., Bull., 138.

14. Steiner H. 1933. Ein Beitrag zur Frage des Einflusses erschiedener Bodenfeuchtigkeit auf den Befall (Infektionstypus). Ztschr.. flanzenkrankh., 43, 3484.

15. Volk A. 1932. Einfluss des Bodens, der Luft und des Lichtes uf die Empfänglickkeit der Pflanzen für Krankheit. Phytopathol. Ztsc.hr. . H. I, B. 1—88.

А. Е. ЧУМАКОВ, М. А. БЫСТРОВА.

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ПОДКОРМОК ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА ПОВЫШЕНИЕ РЖАВЧИНОВЫНОСЛИВОСТИ

О влиянии удобрений на поражение пшеницы ржавчинными грибами опубликовано более 100 работ русских и зарубежных исследователей.

Влияние удобрений на развитие бурой ржавчины на пшенице по литературным источникам мы сгруппировали в следующей форме.

Действующее начало удобрений / Развитие ржавчины после внесения удобрений	Навоз	*N*	P	K	PK	*N*P	*N*K	*N*PK
Снижение (число указаний)	1	4	30	46	11	2	3	7
Различий не было	2	3	6	6	1	0	0	1
Увеличение пораженности	9	30	6	2	0	4	2	0

Как видим, в большинстве случаев снижение ржавчины происходило под влиянием калия и фосфора. В почвах умеренной зоны и на юге эти элементы содержатся в достаточном количестве, но в трудно усваиваемой форме для растений. Количество азота колеблется в зависимости от различных типов почвы. На всех почвах (от черноземных до подзолистых) растения пшеницы весьма отзывчивы на фосфорно-калийные удобрения.

По литературным данным избыток фосфора, как правило, задерживает развитие ржавчины в связи с ускорением вегетации пшеницы. В случае преобладания калия и азота над фосфором интенсивность развития ржавчины повышается. Калий-

ные удобрения почти во всех исследованиях снижали поражение растений ржавчиной. Однако прибавки урожая от калийных удобрений, по сравнению с другими удобрениями, на всех почвах были наименьшими. Одностороннее внесение органических (навоз) и азотных удобрений усиливало развитие ржавчины и в некоторых случаях снижало урожай, так как эти удобрения растягивали вегетацию пшеницы. Эффективность применения удобрений зависит от влажности почвы и температуры воздуха. Нарушение нужного для растения соотношения питательных веществ видоизменяет взаимоотношения растений пшеницы с ржавчинным паразитом в пользу последнего.

Научное обоснование подбора различных форм минеральных удобрений в целях снижения развития ржавчины и повышения урожая пшеницы все еще является важной задачей. Особенно большое значение это имеет в тех географических зонах, где развитие ржавчинных заболеваний имеет периодически массовый характер. Повышение ржавчиноустойчивости растений с помощью минеральных удобрений в таких зонах могло бы способствовать получению высоких и устойчивых урожаев пшеницы в годы сильного развития болезни.

В задачу наших исследований входило выявление лучшего сочетания фосфорно-калийных удобрений, доз и сроков их применения, в целях повышения выносливости растений озимой пшеницы к бурой ржавчине. Были испытаны в виде корневых подкормок следующие сочетания удобрений: N; P_2; P_3; P_2N_1; P_2K_1; P_3K_1 и $N_1 P_3 K_1$. Цифры после обозначения действующего начала удобрения показывают норму расхода его (ц/га); при чем мы вносили N в форме сульфат-аммония, Р — суперфосфата и К — хлористого калия при нормальном содержании действующего начала в каждом из них.

Работа проводилась в Краснодарском крае в условиях Отрадо-Кубанского совхоза (1952 г.), колхозов «Путь Ленина» (1952—53 гг.) и им. Жданова (1952 г.) в Гулькевическом районе, а также в колхозах «Маяк революции» и других (1952—53 гг.) в Курганинском районе на озимой пшенице Новоукраинка 83. Опыты ставились на делянках в 150 кв. м при 2—4-кратной повторности и на более крупных площадях (от 2 до 17 га), а также на производственных посевах. Например, в колхозе «Путь Ленина» в 1952 г. подкормки были применены на 800 га, в колхозе «Маяк революции» в 1953 г. — на 1200 га.

Развитие бурой ржавчины учитывалось четыре раза по фазам вегетации пшеницы. Поражение листьев ржавчиной определяли в процентах по общепринятой методике ВИЗР. Биохимические исследования листьев на содержание в них фосфора и калия проводились Г. Н. Егоровой (ВИЗР) на свежесобранном материале в фазы кущения, трубкования, колошения, налива зерна и в молочную спелость по общепринятым методи-

кам. Исследовали 2-й и 3-й листья (сверху). Уборку урожая на делянках и опытных участках проводили самоходным комбайном со всей площади.

Результаты биохимических анализов приведены в табл. 1. Они показывают, что наибольшее содержание фосфора в листьях озимой пшеницы в фазе трубкования и колошения наблюдалось после внесения весенней корневой подкормки P_3K_1 (0,88%; 5,6%; 2,46%). С этой подкормкой было связано получение наибольшего урожая (19,97 ц/га) по сравнению с другими способами внесения подкормки. Прибавка урожая по отношению к контролю здесь была наибольшей и равнялась 31,5%. При этой подкормке растения усваивали значительное количество фосфора, который к периоду колошения необходим растениям для формирования зерна.

Таблица 1

Соотношение между урожаем и содержанием фосфора и калия в листьях озимой пшеницы
(в % на 100 г сух. вещества)

Колхоз «Путь Ленина», делянки по 2 га, повторность 3-х кратная, 1952 г. (Данные Г. Н. Егоровой)

Виды минеральных подкормок	Кущение		Трубкование		Колошение		Урожай зерна (ц/га)	Прибавка урожая (в %)
	фосфор	калий	фосфор	калий	фосфор	калий		
Контроль	0,038	1,04	1,28	0,62	1,62	0,68	15,18	0
P_3	0,542	1,25	3,59	0,79	1,51	0,52	18,21	19,7
P_3K_1	0,888	1,58	5,61	1,19	2,46	0,22	19,97	31,5
$N_1P_3K_1$	0,754	1,65	1,68	0,99	1,86	0,47	16,86	11,7
P_2N_1	0,711	1,39	1,68	0,78	1,41	0,14	15,94	5,0

Добавление хлористого калия к суперфосфату повышает поступление фосфора в растения и это влечет за собой дополнительную прибавку урожая. В колхозе им. Жданова от применения фосфорно-калийных подкормок была получена прибавка урожая до 6,79 ц/га, или 44,61%; в колхозе «Путь Ленина» прибавка урожая составляла 4,79 ц/га, или 31,55%. Прибавка урожая была обусловлена большей выполненностью зерна: вес 1000 зерен повышался с 23,0—29,8 г (в контроле) до 31,5—34,3 г (в опыте).

При сочетании фосфорных подкормок с азотом ($N_1P_3K_1$ и P_2N_1) в листьях озимой пшеницы наблюдалось значительное уменьшение содержания фосфора, это сказалось на снижении урожая зерна по сравнению с вариантом опыта P_3K_1.

Поражение листьев ржавчиной при цветении достигало 13,98—22,22% и в фазу молочной спелости 82,4—94,8%. Одна-

ко в результате применения корневых подкормок урожай зерна значительно повысился. Возможные потери урожая от поражения растений бурой ржавчиной были вычислены на основе известных данных отечественных фитопатологов о вредоносности заболевания по определенным фазам вегетации пшеницы (2). Последние подытожены в книге Честера (3). Мы могли вычислить, что по лучшему варианту опыта при поражении листьев озимой пшеницы ржавчиной в период цветения на 19,75% следовало ожидать потери урожая в 2,4%, а при развитии болезни в молочную спелость до 82,4% потери могли достигнуть 15,0%. В то же время прибавка урожая зерна по этому варианту составляет 31,55%.

Сравнивая по вариантам опыта возможные потери урожая с фактическими, в связи с интенсивностью поражения растений ржавчиной, мы выяснили, в какой мере потери от ржавчины (вредоносность болезни) перекрываются прибавкой урожая зерна, в связи с применением минеральных подкормок. Результаты таких подсчетов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Повышение урожая зерна озимой пшеницы в связи с внесением весенних минеральных подкормок при интенсивной пораженности растений бурой ржавчиной

Колхоз «Путь Ленина», 1952 г.

Показатели учетов	Без удобрений	N_1P_2	P_2	$N_1P_3K_1$	P_3	P_3K_1
Фактический урожай зерна (в ц/га)	15,18	15,94	16,45	16,86	18,21	19,97
Поражение листьев бурой ржавчиной в молочную спелость (в %)	87,6	94,8	90,0	90,2	90,0	82,4
Возможные потери урожая от заболевания (в ц/га)	2,49	2,95	2,82	2,90	3,02	2,40
Возможный урожай при отсутствии заболевания и удобрений (в ц/га)	17,67	18,13	18,00	18,08	18,20	17,58
Эффективность удобрений с поправкой на вредоносность ржавчины (в ц/га)	—2,49	—2,19	—1,55	—1,22	+0,01	+2,39

Возможный урожай при отсутствии заболевания и удобрений по вариантам опыта мы вычисляли суммированием возможных потерь от ржавчины с фактическим урожаем без прибавок от удобрений.

Как видим, полученные прибавки урожая перекрывают потери от ржавчины только после применения одного суперфосфата в количестве 3 ц/га или после применения смеси такого же количества суперфосфата с хлористым калием (1 ц/га). Прибавка урожая от внесения суперфосфата лишь балансирует потери от ржавчины, тогда как внесение суперфосфата с калием значительно перекрывает возможные потери от ржавчины на 2,39 ц/га.

Таким образом, при внесении P_3K_1 в виде корневой подкормки в листьях пшеницы повышается содержание фосфора и увеличивается урожай. Вместе с тем это резко повышало выносливость растений к ржавчине. Добавление сульфатаммония к суперфосфату, равно как и добавление его к фосфорно-калийным удобрениям в условиях Краснодарского края, следует считать нецелесообразным.

Азотистое удобрение в колхозе им. Жданова понизило эффективность фосфорно-калийных удобрений по урожаю на 6—7%. В колхозе «Путь Ленина» применение весенней корневой подкормки в виде $N_1P_3K_1$ дало меньшую прибавку биологического и хозяйственного урожая зерна, равную 17—11,63%, в то время как прибавка урожая от P_3K_1 была равна 58,2—31,55%, а от P_3 она была равна 26,6—20,9%.

Применением подкормок можно не только значительно повысить урожай, но и снизить развитие ржавчины. Проявление и развитие заболевания зависит от степени удовлетворения требований растений в отношении тех или иных факторов внешней среды — питания. Ржавчинное заболевание — это прежде всего реакция организма растения на вреднодействующее на него влияние среды. Болезненные процессы в растении связаны с жизнедеятельностью всех органов, несмотря на то, что проявление пустул гриба происходит на листьях, реже на стеблях и колосе.

Поэтому на больших площадях будет рациональным не столько прямая борьба с пустульной формой заболевания, сколько обеспечение нормальной жизнедеятельности всех органов пшеничного растения.

Биохимические исследования листьев озимой пшеницы вскрывают определенную направленность динамики процессов в растении: начиная с фазы трубкования и до молочной спелости в листьях пшеницы закономерно снижается содержание сахаров, фосфора, калия и других веществ, тогда как проявление ржавчины, наоборот, нарастает. Само собой разумеется, что, помимо изменения количества исследованных веществ в листьях озимой пшеницы, в них от фазы трубкования до молочной спелости происходят стадийно-качественные (физиолого-биохимические) изменения, которые задерживают или активизируют проявление ржавчины.

Применяя различные удобрения, особенно фосфорно-калийные, вполне возможно создать такие условия для растения, при которых возможно сочетать высокий урожай и снижение пораженности растений ржавчиной. Так, например, наиболее высокое содержание фосфора в листьях озимой пшеницы в фазу трубкования (5,5—6,5%) наблюдалось после применения комбинированных подкормок (P_2K_1 осенью + P_2K_1 весной + внекорневая подкормка в кущении). Эта же комбинация подкормки дала самый высокий урожай (27,4—26,5 ц/га) по сравнению с урожаем в контроле, равным 19,9 ц/га. При этой комбинации подкормок поражение пшеницы ржавчиной снизилось до 15,9—17,4%, тогда как осенняя подкормка одним азотом (аммиачная селитра) усилила поражение пшеницы ржавчиной до 34%.

Из многих проведенных нами производственных опытов следует указать на результаты применения фосфоробактерина и фосфорно-калийных подкормок под озимую пшеницу (табл. 3).

Таблица 3

Влияние применения фосфоробактерина и фосфорно-калийных подкормок на урожай озимой пшеницы

Колхоз «Маяк революции», 1953 г.

Проведенные мероприятия	Развитие ржавчины в фазу молочной спелости (в %)	Урожай зерна (ц/га)	Прибавка урожая (в ц/га)
Контроль, без применения удобрений	23,5	19,9	0
Фосфоробактерин жидкий на семена	29,5	22,7	2,8
То же + суперфосфата 2 ц/га и хлористого калия 1 ц/га весной	24,1	25,2	5,3

Применение фосфоробактерина и весенних минеральных подкормок под озимую пшеницу повышало урожай зерна на 2,8—5,3 ц/га и удерживало развитие бурой ржавчины в конце вегетации растений на низком уровне.

Добавление хлористого калия к суперфосфату повышало поступление фосфора в растения пшеницы и давало дополнительную прибавку зерна без повышения развития ржавчины. Применение одного суперфосфата или фосфоробактерина менее эффективно, а применение одного хлористого калия прибавкой урожая не оправдывается.

Применение внекорневой фосфорно-калийной подкормки на фоне осенних и весенних корневых подкормок озимой пшеницы снижало поражение листьев бурой ржавчины с 23,5 до 15,9% и повышало урожай зерна на 7,5 ц/га, или на 38%.

Все фосфорно-калийные подкормки повышали число продуктивных стеблей и вес 1000 зерен. Это способствовало повышению урожая и уменьшению вредоносности заболевания. Следует также отметить, что от применения минеральных подкормок озимой пшеницы не столько уменьшается пораженность растений ржавчиной, сколько повышается их ржавчиновыносливость.

ВЫВОДЫ

1. В условиях Краснодарского края для повышения ржавчиновыносливости озимой пшеницы следует применять фосфорно-калийные подкормки. Применение подкормок осенью более эффективно, чем весной.

2. Наиболее эффективным является применение подкормки озимой пшеницы смесью суперфосфата порошковидного (2 ц/га) с хлористым калием (1 ц/га) осенью и весной и внекорневой подкормки (Р 0,5% К 2%) в период кущения. Эти подкормки дают прибавку урожая на 38% и удерживают развитие бурой ржавчины на низком уровне — 15—20%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Купревич В. Ф. и Траншель В. Г., 1957. Ржавчинные грибы. Вып. 1. Мелампсоровые. Изд. АН СССР. Батан. ин-т им. В. Л. Комарова. Флора споровых растений СССР, т. IV, грибы (1), 420 стр.

2. Наумов Н. А., 1939. Ржавчина хлебных злаков в СССР. Сельхозгиз. Гос. изд. колх. и совх. литературы, М.—Л., 402 стр.

3. Chester K. S. 1946. The nature and prevention of the cereal rusts as exemplified in the feaf Rust of Wheat. Waltham. Mass. Chron Bot. Comp. XIV (2).

Г. Н. ЕГОРОВА.

РОЛЬ ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В РАЗВИТИИ БУРОЙ РЖАВЧИНЫ

Выяснение влияния фосфорно-калийных удобрений на снижение вредоносности бурой ржавчины на озимой пшенице имеет практическое значение. Для выяснения роли питания растений озимой пшеницы в снижении вредоносности бурой ржавчины мы провели соответствующие исследования.

Можно полагать, что снижение вредоносности бурой ржавчины на озимой пшенице может быть достигнуто изменением питания растений на более ранних этапах роста и развития. При этом необходимо учитывать, что в степных районах при насыщенности севооборотов зерновыми культурами и посева озимой пшеницы по колосовым предшественникам в почве в первую очередь будет происходить снижение содержания фосфора и калия. Важно также учитывать действие отдельных удобрений на растениях.

Известно, что фосфорные удобрения ускоряют процесс созревания или сокращают период вегетации, а азотные удобрения растягивают вегетацию пшеницы (Носатовский, 1950). В южных областях, как правило, потребность растений в фосфоре выражается сильнее, чем в калии. Накопление калия в растении заканчивается к моменту колошения пшеницы. Позднее содержание калия в листьях снижается. Накопление фосфора более продолжительно.

Поступление фосфора и калия в растения зависит от выпадающих осадков и количества влаги в посеве в период роста стебля и формирования зерна. Недостаток влаги в почве задерживает поступление фосфора в растение и, наоборот, при наличии осадков накопление фосфора в листьях увеличивается.

Биохимическими и биологическими анализами мы попытались выяснить содержание в листьях озимой пшеницы фосфора и калия, а также содержание углеводов и титруемой кислотности. Эти исследования проводились на агрофонах полевого опыта (контроль, фосфор, фосфор — калий) А. Е. Чумакова и М. А. Быстровой, в условиях колхоза «Маяк революции» Урганинского района Краснодарского края, в 1952—53 гг.

Опыт был проведен на сорте озимой пшеницы Новоукра
ка 83. Делянки по 150 кв. м, повторность опыта четырехкр
ная. Посев озимой пшеницы проведен конной сеялкой в оп
мальный срок. Удобрения были внесены по всходам осенью
весной. Нормы удобрений (в ц/га) указаны ниже в табл.

Учеты развития бурой ржавчины были проведены по
щепринятой методике в конце трубкования (8/V), десять дн
после колошения (8/VI) и в фазу молочной спелости (5/VI
Одновременно с учетом ржавчины мы брали пробы листь
для биохимических анализов — брали 2-й и 3-й лист свер
Всего 16 вариантов различных подкормок озимой пшени

Определение калия мы проводили кобальтнитратным ме
дом, фосфора — калориметрическим и сахара — иодометри
ским методом.

Результаты наших исследований по определению содерж
ния фосфора и калия в листьях озимой пшеницы при разл
ных подкормках представлены в таблице 1.

Данные, приведенные в таблице 1, показывают, что усв
ние растениями озимой пшеницы фосфора и калия, а также н
копление углеводов в значительных количествах происходит
период трубкования. В период проявления ржавчины (10—
дней после колошения) содержание фосфора, калия и сахар
в листьях озимой пшеницы уменьшается. Еще меньшее соде
жание этих элементов мы наблюдали в молочную спело
пшеницы.

Развитие ржавчины имело свои особенности, а имен
ржавчина проявляется примерно через 10—12 дней после к
лошения и наибольшего развития достигает в молочную с
лость растений.

Наиболее высокое содержание фосфора в листьях пше
цы, равное 5,5—6,5%, наблюдалось в период трубкования
тех вариантах опыта (5 и 6), где применяли комбинированн
подкормки. В то же время на контрольных делянках в листь
растений содержание фосфора составляло 1,85%. В этих
вариантах опыта с внесением комбинированных удобрений б
получен самый высокий урожай — 26,5—27,4 ц/га, поражен
растений бурой ржавчиной невысоким — 15,9—17,4%. По др
гим вариантам опыта поражение растений ржавчиной доход
ло до 34%. Накопление фосфора в листьях растений мож
протекать и после колошения, если в почве достаточно вла
Следовательно, при оптимальном увлажнении почвы эффе
тивность подкормок могла бы быть значительно больше. В
риод трубкования растений осадки выпадали в достаточн
количестве, что способствовало хорошей усвояемости фосфо
и калия растениями.

Наличие большого содержания углеводов, а также фосф
ра и калия в листьях растений в период трубкования говор
об интенсивном фотосинтетическом процессе в листьях

Таблица 1

Содержание фосфора, калия, сахаров и титруемая кислотность в листьях озимой пшеницы, в связи с внесением различных подкормок:

(в % на 100 г абс. сухого вещества; кислотность в пересчете на яблочную).

Колхоз «Маяк революции», 1953 г.

Внесенные подкормки под озимую пшеницу	Конец трубкования 18/V					Период появлен. ржавчины 8/VI					Молочная кислотность 5 VII					
	фосфор	калий	сумма сахаров	кислотность	развитие ржавчины (в %)	фосфор	калий	сумма сахаров	кислотность	развитие ржавчины (в %)	фосфор	калий	сумма сахаров	кислотность	развитие ржавчины (в %)	урожай зерна (ц/га)
1. Контроль	1,85	1,48	15,8	0,77	0	0,43	0,82	8,34	0,74	1,49	0,35	0,10	7,02	2,60	21,0	19,9
2. P_2K_1 осенью	1,91	1,29	15,7	0,84	0	0,77	0,74	10,20	1,31	1,44	0,72	0,62	6,89	2,01	23,0	21,3
3. Азотное удобрение осеннее	1,95	1,43	17,5	0,65	0	0,68	0,44	12,2	1,72	1,04	0,50	0,37	3,73	2,01	34,5	19,2
4. Фосфоробактерин на семенах	1,89	1,25	11,8	0,58	0	0,54	0,40	11,5	0,79	1,40	0,44	0,19	5,52	1,63	30,1	22,74
5. P_3K_1 осенью + P_2K_1 весной + внекорневая подкормка в кущении	6,50	1,52	14,6	0,83	0	0,67	0,57	9,41	0,86	0,74	0,61	0,43	4,66	4,02	17,4	26,5
6. P_2K_1 осенью + P_2K_1 весной + внекорневая подкормка в кущении	5,51	1,30	15,9	0,68	0	0,81	0,73	10,8	1,04	0,65	0,79	0,52	6,47	3,29	15,9	27,4

сравнению с фазой молочной спелости растения. Также положительные результаты по биологическим и биохимическим показателям из различных вариантов опыта дали только комбинированные подкормки озимой пшеницы: осенняя и весенняя (P_3K_1 и P_2K_1) + внекорневая подкормка в кущении. При активной синтетической деятельности листьев бурая ржавчина не проявлялась.

Период от колошения до начала молочной спелости в 1953 г. был засушливым. Растения испытывали недостаток влаги в почве, и, как показывают результаты анализов, в листьях наблюдалось снижение содержания фосфора, калия и сахаров, по сравнению с периодом трубкования, что говорит об ослаблении фотосинтетической деятельности листа. В этот период начиналась проявляться бурая ржавчина.

На Кубани в отдельные годы наблюдалось проявление бурой ржавчины в период кущения озимой пшеницы. Однако ржавчина развивалась преимущественно на стареющих и слабо фотосинтезирующих листьях. При появлении же молодых растущих листьев ржавчина на них не развивалась, и проявлялась она снова только к периоду молочной спелости зерна.

В фазу молочной спелости озимой пшеницы в 1953 г. осадки выпадали довольно равномерно, но в этот период они не имели значения, так как листья старели, растения подходили к концу вегетации. Происходил отток питательных веществ из листьев к колосу. Ферментативные процессы в листьях растений снижались, и, возможно, в связи с этим деятельность фермента ржавчинного гриба усилилась. Поэтому в молочную спелость проявилось интенсивное развитие бурой ржавчины.

На интенсивность усвоения фосфора и калия растением оказывает влияние концентрация и реакция почвенного раствора. В зависимости от реакции почвенного раствора по-разному протекает использование фосфатов: при кислой реакции (pH = 3,6) пшеница лучше усваивает фосфор, чем при нейтральной или щелочной. Реакция же почвенного раствора оказывает влияние на характер реакции клеточного сока пшеницы. Последняя в период вегетации пшеницы остается кислой.

Многими исследованиями было отмечено, что характер реакции клеточного сока влияет на степень поражения растений ржавчиной. Наши анализы листьев озимой пшеницы в различные периоды развития растений на содержание титруемой кислотности представлены в табл. 1. Из них следует, что в листьях озимой пшеницы в период молочной спелости по всем вариантам подкормок и в контроле происходит интенсивное нарастание кислотности. Однако отметить связь между кислотностью и поражением листьев ржавчиной нам не удалось.

ВЫВОДЫ

1. В листьях растений озимой пшеницы происходят слож-ые синтетические и гидролитические процессы. Содержание осфора, калия и углеводов в листьях дает лишь некоторые анные о развитии ржавчины в сложном организме растений.

2. В листьях озимой пшеницы (сорт Новоукраинка 83) в азе трубкования содержалось значительное количество фос-ора, калия и сахаров. Происходила активная фотосинтети-еская деятельность листа, и развитие ржавчины отмечено не ыло.

3. В фазе молочной спелости в листьях растения озимой шеницы содержание калия, фосфора, сахаров было незначи-льным, и бурая ржавчина на листьях развивалась интен-ивно.

4. Одной из причин развития бурой ржавчины на листьях зимой пшеницы в фазе молочной спелости является ослабле-ие в них фотосинтетической деятельности и снижение актив-ости ферментативных процессов. Это создает условия для силения деятельности ферментов ржавчинного гриба.

5. Оценка влияния фосфорно-калийных удобрений на сни-ение развития бурой ржавчины на озимой пшенице показа-а наибольшую эффективность внесения комбинированной одкормки типа: осенью P_3K_1 и весной P_2K_1 + внекорневая одкормка в фазе кущения. Такой способ внесения подкормок ал более высокий урожай зерна (26—27 ц/га) при снижении азвития ржавчины с 34% до 17%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нечипорович А. А., 1953. Об одной из важнейших задач изиологии растений. «Селекция и семеноводство», 2, 36—40.
2. Носатовский А. И., 1950. Пшеница. Биология. Сельхоз-из, М.—Л.

Е. Ф. КАРАСЕВА

РОЛЬ ВНЕКОРНЕВОЙ КАЛИЙНОЙ ПОДКОРМКИ В ЗАЩИТЕ ПШЕНИЦЫ ОТ БУРОЙ РЖАВЧИНЫ

Исследованиями, проведенными в совхозе им. Сталина Пищепромкомбината (б. Хуторок) Краснодарского края (1952—1954 гг.) было выяснено, что под влиянием фосфорно-калийных внекорневых подкормок повышается урожай и изменяются взаимоотношения между растениями озимой пшеницы и возбудителем бурой ржавчины.

Под влиянием внекорневых подкормок повышались озерненность колоса (на 7—20%) и абсолютный вес зерна (на 1,0—2,5 г). Зерно урожая характеризовалось повышенной энергией прорастания (на 10—15%), особенно в первый день.

У растений, получивших внекорневую подкормку, мы наблюдали более интенсивный прирост сухого вещества: на озимой пшенице Новоукраинка 83 — до 13—14%, на сорте скороспелка Л-1 — до 10—17%.

Проведение биохимических исследований показало, что внекорневые подкормки способствовали накоплению в листьях основных элементов питания. Применение калийной внекорневой подкормки способствовало значительному повышению содержания в листьях калия, азота и фосфора (таблица 1).

Влияние калийной внекорневой подкормки на содержание в листьях пшеницы Новоукраинка 83 (в % на сухое в-во).

Таблица 1

Варианты опыта	общий	белковый	небелковый	K_2O	P_2O_5
К — 16 кг/га	3,420	2,405	1,015	0,532	0,302
Контроль	3,235	2,355	0,880	0,356	0,280

Действие калийной внекорневой подкормки сказывалось также и на изменение соотношения калия и азота в листьях. Так, у контрольных растений на 1 часть калия приходилось

частей азота, при калийной подкормке — 6,4 части, при фосфорно-калийной — 7,9 части и при фосфорной — 9,3 части азота. Уменьшение соотношения азота к калию приводило к снижению пораженности листьев бурой ржавчиной. Фосфорно-калийные подкормки способствовали также выравниванию соотношения азота, фосфора и калия в растениях.

Сопоставление содержания калия в листьях с содержанием этого элемента в почве показало, что при внекорневой подкормке поступление его в листья в фазе трубкования пшеницы улучшает калийное питание растений в последующий период, предшествующий, когда обычно начинается массовое проявление ржавчины. В таком случае применение внекорневой подкормки в период кущения — трубкования пшеницы обуславливает снижение пораженности растений ржавчиной и повышает урожай зерна. В фазе колошения пшеницы, применение внекорневой подкормки менее эффективно.

Уредоспоры, взятые с листьев пшеницы, получившей подкормку, имели пониженную энергию прорастания.

В таблице 2 приведены результаты применения внекорневой подкормки методом опрыскивания с помощью самолета ПО-2А на производственных посевах озимой пшеницы в совхозе им. Сталина. В 1953 г. мероприятие проведено в период трубкования — колошения пшеницы Новоукраинка 83 на площади 150 га; контрольная площадь — 50 га (предшественник черный пар). В 1954 г. опрыскивание проведено в фазу колошения на сорте Скороспелка безостая-4 на площади 2,5 га; контрольная площадь — 40 га (предшественник яровая пшеница).

Таблица 2

Влияние внекорневой подкормки озимой пшеницы на снижение развития бурой ржавчиной и повышение урожая

Варианты опыта	1953 г.		1954 г.	
	развитие ржавчины (в %)	урожай зерна ц(га)	развитие ржавчины (в %)	урожай зерна ц(га)
Контроль, без обработки	60,7	20,0	26,1	20,3
Хлористый калий (16 кг/га)	44,5	25,0	12,0	25,0

Как видим, применение внекорневой калийной подкормки дает высокую эффективность: техническую, равную 27,7—46,0%, и хозяйственную — 23,1—25,0%.

Таким образом, исследованиями было установлено, что калийная внекорневая подкормка озимой пшеницы способствует повышению сопротивляемости у растений к поражению бурой ржавчиной и снижает жизнеспособность уредоспор гриба.

О. Н. ВОЙТЧИШИНА.

ПОВАРЕННАЯ СОЛЬ, КАК СРЕДСТВО БОРЬБЫ С РЖАВЧИНОЙ ПШЕНИЦЫ

В агрохимической литературе имеется ряд данных о положительном влиянии солей натрия, в особенности поваренной соли, на растения.

Такие данные мы находим в работах Г. И. Челядинова (1934 г.), академика Д. Н. Прянишникова (1936 г.), А. В. Соколова (1937 г.), В. В. Буткевича и Л. В. Маруашвили (1939 г.), В. У. Пчелкина и С. М. Козловой (1940 г.), Е. И. Ратнера (1950 г.). Эти авторы отмечают, что поваренная соль, внесенная в почву, заметно увеличивает поглощение калия почвами (особенно черноземами), стимулирует поступление калия в растение, способствует большему содержанию калия в клетках растения и повышает урожай. Калий же, как известно, повышает устойчивость растений пшеницы к ржавчине.

Имеются также работы, указывающие, что поваренная соль снижает пораженность растений заболеваниями. Исследования К. Г. Ноздрачева (1936 г.) показали, что применение поваренной соли в период вегетации пшеницы снижает пораженность растений бурой ржавчиной на 20—24%. В. Ф. Рашевская и В. П. Нилова, 1952 г.) установили, что замочка семян пшеницы в растворе поваренной соли уменьшает в два раза пораженность растений, выросших из этих семян, бурой ржавчиной.

Лабораторией иммунитета Всесоюзного научно-исследовательского Института Защиты Растений в течение семи лет проводились работы по выяснению влияния поваренной соли на снижение пораженности гибридов озимой пшеницы видами ржавчины.

Исследования велись с гибридным материалом озимой пшеницы Северо-Осетинской Государственной сельскохозяйственной опытной станции. Для работы было взято более 20 гибридов, полученных скрещиванием разных по устойчивости сортов озимой пшеницы.

Гибриды и варианты опыта	Поражаемость ржавчиной								
	бурой					желтой			
	ср. интенсивность в %	тип инфекции	% поражен. растен.	% пораженности растений по интенсивн.		ср. интенсивность в №	% пораженности растений	% пораженности растений по интенсивности	
				на 0,1—10%	на 25—100%			на 1,1—10%	на 25—100%
Осетинская 3-ветв. пшеница (F_7)									
7-летнее опрыскивание NaCl	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Последействия 6-летнего опрыскивания NaCl	0	0	0	0	0	0,1	4	100	0
Контроль	10,8	II	60	32	68	0,5	10	45	55
Юбилейная Осетия. Земка									
7-летнее опрыскивание NaCl	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Последействия 6-летнего опрыскивания NaCl	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Контроль	22,1	I—III	65	30	70	0	0	0	0
Юбилейная Осетия. Харьковск. 4									
5-летнее опрыскивание NaCl	5,8	I—II	24	95	5	1,4	10	70	30
Последействия 4-летнего опрыскивания NaCl	7,0	I—II	26	94	6	2,0	12	65	35
Контроль	21,3	III	48,5	28	72	6,1	20	20	80

В опытах мы применяли однократное опрыскивание растений гибридов озимой пшеницы в фазу выхода в трубку 2% раствором поваренной соли. Такое опрыскивание растений раствором поваренной соли мы проводили в течение ряда гибридных поколений, начиная с F_1.

Наблюдения за развитием ржавчины показали, что под влиянием поваренной соли (как в год ее применения, так и в последствии) имеет место значительное повышение устойчивости гибридов озимой пшеницы к видам ржавчины.

Так, по данным за 1956 г., когда наблюдалось довольно сильное развитие бурой ржавчины, под влиянием опрыскивания поваренной солью, гибриды или совершенно не были поражены бурой ржавчиной, или пораженность их была снижена в 1,5—2 раза по сравнению с контролем. То же имело место и в отношении желтой ржавчины (таблица 1).

Материалы, приведенные в таблице 1, показывают, что под влиянием опрыскивания растений пшеницы раствором поваренной соли у гибридов в поколениях повышается устойчивость к видам ржавчины.

Учеты урожая, проведенные нами по вариантам опыта, показали, что под влиянием поваренной соли у гибридов озимой пшеницы повышается урожай зерна на 20—34% (таблица 2).

Таблица 2

Гибриды и варианты опыта	Урожай зерна		Вес 1000 зерен (г)
	с дел. 50 м² (кг)	в % % к контролю	
Осетинская 3-х ветв. пшеница (F_7)			
7-летнее опрыскивание NaCl	16,5	134	27,7
Последействие 6-летнего NaCl опрыскивания	15,9	129	27,9
Контроль	12,3	100	26,6
Юбилейная Осетия. Земка (F_8)			
7-ми летнее опрыскивание NaCl	15,9	127	28,2
Последействие 6-летнего NaCl опрыскивания	16,1	128	28,5
Контроль	12,5	100	26,7
Юбилейная Осетия. Харьковская 4 (F_5)			
5-летнее опрыскивание NaCl	19,2	120	33,5
Последствие 4-летнего NaCl опрыскивания	18,9	118	33,7
Контроль	16,0	100	31,4

Данные таблицы 2 показывают, что под влиянием опрыскивания поваренной солью у растений гибридов озимой пшеницы повышается вес 1000 зерен на 1—2 грамма по сравнению с контролем.

С помощью приема опрыскивания растений раствором поваренной соли можно формировать устойчивость у гибридов озимой пшеницы к видам ржавчины. Применение этого приема повышает также продуктивность (урожай зерна) у гибридов озимой пшеницы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Буткевич В. В. и Маруашвили Л. В. Влияние хлористого натрия на поступление в растение калия и урожай. Доклады АН СССР, том XXII, № 3, 1939 г.

2. Ноздрачев К. Г. Поваренная соль в борьбе с ржавчиной зерновых культур. «Защита растений», сборник 10, 1936 г.

3. Прянишников Д. Н., академик. Агрохимия. Общий курс. Изд. Сельхозгиз, 1936 г.

4. Пчелкин В. У. и Козлова С. М. Фиксация калия почвами и доступность фиксированного калия растениям. Журнал «Химизация соц. земледелия» № 11—12, 1940 г.

5. Ратнер Е. И. Минеральное питание растений и поглотительная способность почв. Изд. АН СССР, Москва, 1950 г.

6. Рашевская В. Ф. и Нилова В. П. О влиянии некоторых химических элементов на иммунологические свойства растений. В книге: «Микроэлементы в жизни растений и животных». Москва, 1952 г.

7. Соколов А. В. Чувствительность растений к хлоридам и извести. Труды Московского Дома ученых, выпуск первый. Современные задачи и достижения физиологии растений, 1937 г.

8. Челядинов Г. И. Передвижение Na в почве и его действие на удобрения на южном черноземе. Сборник научно-исследовательских работ Азово-Черноморского сельскохозяйственного института, 1934 г.

М. А. БЫСТРОВА.

ВЛИЯНИЕ ФОСФОРОБАКТЕРИНА НА РАЗВИТИЕ БУРОЙ РЖАВЧИНЫ И ПОВЫШЕНИЕ УРОЖАЯ ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Фосфоро-бактериальное удобрение — фосфоробактерин № 4 улучшает снабжение растений фосфором. Сущность действия этого удобрения состоит в том, что бактерии, содержащиеся в нем, попадая в почву вместе с семенами, развиваются в прикорневом слое почвы, переводят фосфор в доступную для растений форму и тем улучшают питание растений.

В настоящее время этот препарат довольно широко применяется под озимую пшеницу в Краснодарском крае. О его влиянии на урожай этой культуры имеются различные отзывы. В 1953—1954 гг. в колхозе «Маяк революции» зоны Родниковской МТС Краснодарского края мы наблюдали различное влияние этого препарата на урожай озимой пшеницы и на развитие бурой ржавчины. Под влиянием фосфоробактерина прибавка урожая была выше по предшественнику пожнивной пар, где создаются лучшие условия для развития пшеницы и микроорганизмов, повышающих плодородие почвы, чем по предшественнику — подсолнечник.

Развитие на озимой пшенице ржавчины, идущей по этим предшественникам с применением фосфоробактерина, было примерно одинаковым.

Варианты опыта	Предшественники озимой пшеницы в 1953 г.					
	подсолнечник			пожнивной пар		
	урожай (ц/га)	прибавка (ц/га)	развитие ржавчины в молочную спелость (%)	урожай (ц/га)	прибавка (ц/га)	развитие ржавчины в молочную спелость (%)
Контроль	18,1	0	18,6	19,9	0	23,5
Фосфоробактерин	20,1	2,0	29.4	22,7	2,8	30,1

В 1953/1954 гг. влияние фосфоробактерина на озимую пшеницу было испытано одновременно с применением в других вариантах опыта фосфорной и фосфорно-калийной подкормок

Варианты опыта	Среднее количество растений		Среднее число листьев на 1 растение		В том числе сухих листьев (в %)	Энергия кущения
	осенью 24/XI	весной 22/IV	осенью	весной		
1. Контроль	318	121	2,60	5,49	23,8	1,5
2. Фосфоробактерин с семенами	283	150	2,65	5,51	31,2	1,3
3. Гранулированный суперфосфат с семенами (50 кг/га)	258	150	2,75	6,98	22,7	1,9
4. Фосфорно - калийная подкормка осенью (P_2K_1)	360	174	2,85	6,41	23,8	1,7

Как видим, под влиянием гранулированного суперфосфата и суперфосфата вместе с хлористым калием у растений развилось больше листьев по сравнению с растениями в контроле и по фосфоробактерину.

Влияние этих удобрений на развитие бурой ржавчины и на урожай озимой пшеницы можно видеть из данных, приведенных в таблице.

Варианты опыта	Урожай (ц/га)	Развитие ржавчины в начале молочной спелости (в %)
1. Контроль	12,1	46,8
2. Фосфоробактерин с семенами	11,7	44,3
3. Гранулированный суперфосфат с семенами (50 кг/га)	16,1	42,8
4. Фосфорно-калийная подкормка осенью (P_2K_1)	17,1	21,0

Низкую эффективность фосфоробактерина в настоящем опыте, по-видимому, можно объяснить переувлажнением почвы весной на участке с пониженным рельефом, где могло быть угнетение или гибель фосфорных бактерий от недостатка кислорода. Для успешного применения фосфоробактерина под озимую пшеницу необходимо поддержание в почве оптимальных условий влажности.

Результаты наших опытов показывают, что внесение фосфоробактерина под озимую пшеницу можно рекомендовать на более возвышенных не затопляемых весной полях. На пониженных участках, заливаемых весной снеговой водой, мы рекомендуем вносить гранулированный суперфосфат и фосфорно-калийные минеральные удобрения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Березова Е. Ф., 1952. О применении фосфорно-бактериального удобрения (фосфоробактерина № 4, жидкого) под озимые культуры и учете его эффективности. Изд. МСХ СССР, М., стр. 4.

Т. И. ФЕДОТОВА.

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ У ПШЕНИЦ УСТОЙЧИВОСТИ К ВИДАМ РЖАВЧИНЫ[1]

В комплексе мероприятий по борьбе с ржавчиной пшеницы — бурой, желтой и стеблевой — большое значение имеет введение в производство непоражаемых сортов.

В создании устойчивых сортов советские селекционеры добились немалых успехов. Однако, введение в производство устойчивых сортов еще не решает до конца вопрос борьбы со ржавчиной. При использовании сортов в производстве устойчивость их к ржавчине может снижаться. Явление потери устойчивости приводит к тому, что устойчивые сорта становятся поражаемыми, что в конечном итоге сводит на нет все достижения селекционеров по созданию устойчивых сортов.

В связи с этим вопрос разработки мероприятий, обеспечивающих сохранение у сортов устойчивости к заболеванию, представляется вопросом большого значения. Не менее значимым является и вопрос разработки приемов направленного воспитания гибридов в целях формирования у них свойства устойчивости к ржавчине. Значение этого вопроса становится особенно понятным, если принять во внимание выбраковку большого количества гибридов в работе селекционеров из-за сильной поражаемости их ржавчиной, что ведет к малому выходу в производство сортов, характеризующихся устойчивостью к ржавчине.

Над разработкой этих вопросов на протяжении ряда лет работал коллектив лаборатории иммунитета ВИЗР. Исследования проводились в условиях Сев. Кавказа, где имеет место ежегодное развитие бурой ржавчины и наблюдается частая встречаемость желтой и стеблевой ржавчины, и где явление потери у сортов устойчивости выражено особенно сильно. По ряду вопросов исследования проводились и в других, отличных по климатическим особенностям зонах Союза (ДВК, Армян-

[1] Составлены на основании исследований автора, кандидатов с/х наук — А. Н. Мамонтовой, О. Н. Войтчишиной, З. С. Касперович, Е. Ф. Карасевой, научн. сотр. В. В. Шопиной, В. И. Кривченко.

ская ССР, Молдавская ССР, Бурят-Монгольская АССР, Ленинградская область, Омская, Архангельская, ЦЧО и др.).

Выявление закономерностей изменения у пшениц устойчивости к видам ржавчины проводилось на основных районированных по Союзу сортах озимых пшениц с включением всех сортов, возделываемых на Сев. Кавказе.

По ряду вопросов исследования проводились на сортах яровых пшениц. Особое внимание было уделено выяснению роли и значения условий репродуцирования сорта на изменение поражаемости ржавчиной: почвенно-климатических, агротехнических, организационно-хозяйственных. При этом учитывалась длительность репродуцирования сорта в тех или иных условиях и влияние последействия их при перенесении сорта из одной зоны в другую. Изучалось также влияние условий хранения семян в направленном изменении у пшениц устойчивости.

Большой удельный вес занимали исследования по изучению поражаемости гибридов пшениц. При этом было уделено внимание изучению поражаемости гибридов в поколениях в зависимости от условий воспитания, подбора родительских пар и различных приемов получения гибридов. Изучалось значение применения прямых и обратных скрещиваний для формирования у гибридов свойства устойчивости; межсортового и внутрисортового скрещиваний, свободного опыления сортов и опыления с подобранными отцами, вегетативной гибридизации.

Изучение изменений в поражаемости пшениц сопровождалось исследованиями по выяснению роли в этом явлении изменчивости самого паразита. Выявлялось значение длительности генерирования ржавчины на сорте в приспособлении ее к этому сорту и переходу с восприимчивых сортов на устойчивые.

Исследованиями выявлялось также значение приспособительной изменчивости возбудителей ржавчины в появлении новых рас и возможность подавления расообразовательной изменчивости у ржавчины.

В итоге проведенных исследований выявлен ряд закономерностей, основываясь на которых представляется возможным дать указания по улучшению дела создания устойчивых к ржавчине сортов пшениц. Практическое использование этих положений в селекционной работе, осуществляемое лабораторией на Северо-Осетинской госселекстанции, выявило возможность формирования у гибридов пшениц устойчивости к видам ржавчины, возможность неуклонного повышения устойчивости вместо обычно наблюдаемого ухудшения гибридов с возрастом в отношении устойчивости.

Повышение устойчивости к ржавчине гибридов сопровождается общим повышением урожайности и улучшением качества семян. У ряда перспективных гибридов в настоящее

время к восьмому поколению устойчивость их доведена до высоких степеней.

Положительные результаты получены лабораторией и при проведении работы по сохранению устойчивости у устойчивых сортов и повышению ее у восприимчивых. Оценка мероприятий на сортах проводилась в условиях райсемхозов и отдельных колхозов Краснодарского края, в совхозе им. т. Сталина Новокубанского района, а также в Ростовской, Кировской, Саратовской, Новосибирской, Черниговской и др. областях.

В итоге проведенных исследований обоснован ряд мероприятий, применение которых дает возможность получать снижение поражаемости пшениц видами ржавчины. Повышение у сортов пшениц устойчивости к ржавчине (в 2—10 раз в зависимости от сорта) от применения этих мероприятий сопровождалось и повышением урожая на 2—5 ц/га. Однако коренное улучшение обеспечения производства устойчивыми к ржавчине сортами пшениц может иметь лишь от применения комплекса мероприятий по повышению устойчивости. Создание самого устойчивого сорта должно являться лишь одним из звеньев этой системы.

Разработка этой системы в целом лабораторией еще не закончена. Выявлен ряд новых путей и практических возможностей повышения устойчивости у пшениц к ржавчине. Однако и в том виде, в каком предлагаемая нами система может быть представлена в настоящее время, ее применение может дать значительный практический эффект.

Создание устойчивого сорта должно рассматриваться как центральное звено в названной системе.

В создании устойчивых сортов большое место занимает гибридизация. Широкое привлечение исходного материала при гибридизации является основой проведения работ. Богатейшие коллекции пшениц, сосредоточенные во Всесоюзном институте растениеводства, обеспечивают исключительные возможности для развития работ по гибридизации. Однако привлечение для скрещивания ценных по устойчивости к ржавчине исходных родительских форм не может само по себе обеспечить безусловного получения устойчивых к ржавчине сортов и, тем более, длительного сохранения у сортов устойчивости при использовании их в производстве. Успех работы обеспечивается лишь при сочетании правильного подбора родительских пар с созданием определенных условий воспитания гибридных растений.

Гибридный организм, характеризующийся расщепленной наследственностью, может развиваться в зависимости от условий воспитания так, что у него или будет обеспечиваться формирование свойства устойчивости к заболеванию, или, наоборот, будет иметь место нарастание поражаемости ржавчиной из поколения в поколение.

При подборе родительских пар для скрещивания большое внимание должно быть уделено выявлению степени закрепленности у родительских растений свойства устойчивости к ржавчине. Значение этой особенности особенно велико для получения устойчивых сортов для зон, где эпифитотии ржавчины часты и где явление потери у сортов устойчивости выражено особенно сильно. Использование при гибридизации форм, характеризующихся устойчивостью к поражению на всех фазах развития растений, обеспечивает значительно больший эффект в получении высокоустойчивых сортов, чем в случае использования форм, проявляющих устойчивость лишь на той или иной фазе развития растений. Возрастные различия в поражаемости растений ржавчиной, как показывает изучение вопроса, связаны со слабой закрепленностью свойства устойчивости. Чем более резко выражена у растений устойчивость, чем сильнее она закреплена наследственностью, тем большую ценность представляет форма, как компонент для скрещивания. Формы, характеризующиеся закрепленностью свойства устойчивости, проявляют обычно высокую степень устойчивости к заболеванию при выращивании их в зоне в условиях различных лет, различных агрофонов, сроков сева. Высокое проявление устойчивости может иметь место и при выращивании их даже в условиях различных зон. Такие показатели должны говорить о резко выраженной консервативности у таких форм свойства устойчивости. Более консервативный, то есть сильно закрепленный наследственной основой признак, как известно, в меньшей степени изменяется у растений при выращивании их в различных условиях среды. В связи с этим, при подборе компонентов для скрещивания, отбор форм с сильно закрепленным свойством устойчивости к ржавчине должен считаться особенно перспективным и совершенно необходимым при создании сорта для зон сильного развития заболевания.

В случае проведения скрещиваний между устойчивым сортом и восприимчивым необходимо учитывать, что при взятии восприимчивой формы из числа сортов, районированных в зоне селекции, получаются гибриды, для которых является характерным быстрое снижение в поколении устойчивости. У таких гибридов нарастание поражаемости ржавчиной происходит еще задолго до окончания работы с ними, еще до выхода их в производство, еще на полях селекционных станций.

Быстрое нарастание поражаемости у таких гибридов стоит в тесной связи с явлением приспособительной изменчивости паразита, с переходом его на гибридные растения с районированных поражаемых сортов.

Привлечение в скрещивание сильно поражаемых районированных сортов создает условия для наиболее быстрого хода приспособительной изменчивости ржавчины к вновь создаваемым гибридам. Проведение таких скрещиваний в конеч-

ом итоге ведет к тому, что одновременно с селекцией сорта беспечивается и селекция приспособляющейся к нему расы паразита. В дальнейшем, вслед за размножением сорта идет азмножение этой новой, приспособленной к нему расы, обуловливающей быстрое нарастание поражаемости сорта. Таой характер формирования и появления новых рас, связанный с физиологической изменчивостью паразита, имеет очень ольшое значение в практике. Появлению новых рас таким пуем нужно придавать большое значение в явлении нарастания ораженности сорта, поскольку среди селекционеров очень ильно стремление широкого использования в работах по гибридизации районированных сортов, представленных у нас в большей своей части сильно поражаемыми сортами.

В целях более длительного сохранения у гибридов устойивости к ржавчине необходимо для скрещивания с устойчиыми формами привлекать сорта далекие, не родственные сортам района. Растения таких гибридов в значительной степени нижают ход приспособительной изменчивости к ним ржавчины.

Большую роль в создании устойчивых сортов играет не олько выбор родительских пар, но и то, какая из форм взята качестве материнского компонента. Взятие при скрещивании стойчивой формы в качестве материнского компонента обепечивает в значительно большей степени проявление у гибрида устойчивости, чем в случае взятия устойчивой формы в ыде отцовского компонента. Это явление должно быть поставлено в связь с тем, что влияние материнского растения на формирующийся в его теле новый организм является более длительным, чем отцовского. При проведении скрещиваний между устойчивыми и восприимчивыми сортами устойчивый нужно брать в качестве материнской формы.

При работе с гибридами необходимо уделять особое внимание условиям воспитания их, выращиванию их в таких условиях, при которых обеспечивается формирование и закрепление у растений свойства устойчивости.

Не всякий агрофон способствует формированию у гибридов устойчивости к ржавчине.

Выращивание гибридов в условиях повышенного содержания в почве азота и малой компенсации его калием направленно ведет гибриды из поколения в поколение на снижение у них устойчивости к ржавчине. Отмечая это положение, особо подчеркиваем, что отрицательно сказывается не само повышенное содержание в почве азота, а малая количественная его компенсация, растворимыми формами калия. Количественное соотношение азота и калия в почве, в особенности в период от конца кущения до колошения пшениц, имеет очень большое значение для обеспечения формирования у пшениц устойчивости к ржавчине.

Малая компенсация в почве азота калием обеспечивает большое поступление в растения азота, при котором направленность обменных реакций у растений идет в сторону снижения сопротивляемости к поражению ржавчиной. Это снижение четко проявляется и в морфологических структурах самих растений. Растения имеют более нежные тонкие листья. Строение тканей листа получается более рыхлое, с образованием крупных межклетников. Эти особенности обеспечивают более легкое проникновение паразита в растение. Ослабление усиливается еще и тем, что при большем содержании в почве азота корневая система у растений развивается более поверхностно. В связи с этим у растений снижается стойкость к перенесению почвенного иссушения, к недостатку влаги, что еще в большей степени снижает сопротивляемость к поражению ржавчиной.

Значение этого положения нужно особенно подчеркнуть для условий Северного Кавказа, где эпифитотии ржавчины особенно часты и где явление потери у пшениц устойчивости выражено особенно резко. Следует отметить, что выращивание гибридов в условиях этой зоны по черному пару с его агротехникой настоящего времени не только не обеспечивает формирования у гибридов устойчивости к заболеванию, но, наоборот, способствует нарастанию из года в год у них восприимчивости к ржавчине. Такое явление наблюдается не только в отношении гибридных растений, но и сортов. Это положение необходимо особенно подчеркнуть в связи с тем, что в условиях Северного Кавказа основным фоном выращивания гибридов пшениц на селекционных станциях является черный пар. В противоположность черному пару, выращивание гибридов и сортов пшениц в этой зоне по таким предшественникам, как кукуруза, подсолнечник, клещевина, ведет направленно их на повышение устойчивости к видам ржавчины. Учитывая это, следует рекомендовать вести закладку семенных участков и в особенности выращивание гибридов пшениц в зоне Северного Кавказа именно по этим фонам. Внесение фосфорно-калийных удобрений по этим фонам обеспечивает также получение высоких и устойчивых урожаев.

Ухудшающее влияние черного пара в условиях Сев. Кавказа на снижение у пшениц устойчивости к ржавчине значительно сильнее, чем улучшающее действие других предшественников. С этим явлением особенно необходимо считаться при закладке семенных участков по черному пару. Следует также отметить, что выращивание пшениц в этой зоне по черному пару снимает или в значительной степени ослабляет достигнутое у сорта в предыдущие годы улучшение в отношении устойчивости. Значение этого обстоятельства особенно велико, если принять еще во внимание, что климатические условия Северного Кавказа являются очень благоприятными для развития и сохранения ржавчины в природе,

В условиях других зон Советского Союза выращивание бридов и закладку семенных участков следует вести по фо-ам, по которым из года в год имеет место наименьшее пора-ение пшениц ржавчиной. Пшеница, выращенная из семян, бранных с посевов менее пораженных ржавчиной, характе-изуется большим проявлением устойчивости к ржавчине, чем астения, выращенные из семян, собранных с сильно пораже-ых растений. Значение этого явления особенно велико для бридных растений.

В формировании у гибридов свойства устойчивости к ржав-не, так же как и в повышении устойчивости у сортов, боль-ое значение имеет улучшение питания растений, осуществ-емое применением внекорневого питания, то есть опрыскива-ия растений раствором удобрений. Применение этого приема а гибридах и семенных участках сортов в сочетании с выра-иванием по предшественникам, направленно ведущим пшени-ы на повышение устойчивости к ржавчине, в еще большей епени обеспечивает повышение устойчивости. Внекорневая одкормка способствует не только повышению устойчивости заболеванию, но повышению продуктивности культуры.

При изучении отдельных элементов подкормки выявилось, го фосфор в меньшей степени снижает поражаемость пшениц жавчиной, чем калий. При подкормке калием повышение уро-ая в большей степени идет за счет снижения поражаемости астений. Действие же фосфорной подкормки сказывается режде всего на снижении вредоносности ржавчины, идущим а счет общего повышения урожая. Фосфор в сочетании с ка-ием в определенных соотношениях (1 : 4 по действующему на-алу) способен усиливать положительное действие калия как снижении поражаемости растений ржавчиной, так и в повы-ении урожая. Исходя из этого, при проведении подкормки екомендуется использовать фосфорно-калийные удобрения з расчета: 8 кг хлористого калия и 7 кг суперфосфата на 1 га. ри прогнозе сильного развития ржавчины рекомендуется роводить подкормку только одним хлористым калием 6—16 кг на 1 га). При подкормке с самолета расходуется 0 литров воды на 1 га; при наземной аппаратуре — конно-оторной — 400 литров, при ручной — 800 литров на га.

Подкормка является эффективной лишь в случае ее приме-ения до развития ржавчины на растениях. Так, например, итывая массовое развитие ржавчины на пшенице к периоду олошения, лучшим сроком применения подкормки нужно итать период трубкования пшениц и не позже, чем за 7—10 ей до колошения. Применение ее в этот период обеспечивает ополнительное снабжение растений элементами питания, сре-которых в особенности велика роль калия. Поступление его рез корни к этому времени резко снижается, в то время как ступление азота продолжает оставаться на высоком уровне.

Это обстоятельство имеет большое значение в снижении у
тойчивости у пшениц к ржавчине к периоду массового ее ра
вития в природе — к периоду колошения. Более позднее пр
менение подкормки, когда ржавчина уже начала развиваться
эффективность подкормки значительно меньшая в снижени
поражаемости и в прибавке урожая.

Внекорневая подкормка дает снижение поражаемости пш
ниц ржавчиной в 2—5 и больше раз, в зависимости от сорта. Э
снижение проявляется не только в уменьшении степени пор
жаемости, но и в снижении процента пораженных растени
Снижение поражаемости сопровождается повышением ур
жая до 20% и выше.

Эффективность внекорневой подкормки особенно велик
при работе с гибридами. Применение ее на гибридах в теч
ние ряда лет способствует такому ходу расщепления гибр
дов, при котором выщепляется меньшее количество восприи
чивых особей. При этом имеет место также снижение инте
сивности их поражения ржавчиной. Это снижение не тольк
количественное, но и качественное. Изменяется тип реакции
сторону, характерную для повышения сопротивляемости р
стений к заболеваниям. Все эти показатели свидетельствуют
о глубоких изменениях в ходе обмена веществ у растений по
влиянием подкормки.

Применение внекорневой подкормки на гибридах, как агр
технического приема, позволяет неуклонно повышать у них у
тойчивость из поколения в поколение. Поражаемость гибр
дов при этом нередко сводится к нулю. Контрольные гибри
ные растения, выращиваемые в тех же условиях, но без прим
нения подкормки, характеризуются из года в год нарастание
поражаемости ржавчиной, доходящей к 7—8 поколению д
стопроцентного поражения. Практика работы с гибридами п
казывает, что использование внекорневого фосфорно-калийн
го питания, начиная с первых поколений, позволяет повыша
у гибридов устойчивость не только к видам ржавчины, но и
мучнистой росе, пыльной головне. Применение этого прием
позволяет в работе селекционеров резко повысить выход у
тойчивых к заболеваниям и урожайных сортов пшеницы.

Применение внекорневой подкормки на восприимчивых
ржавчине гибридах позволяет также повышать у них устойч
вость к заболеванию. Эффект от применения подкормки на т
ких гибридах резко повышается при сочетании ее с примен
нием приемов расшатывания наследственности: использован
подзимнего или сверхраннего сева, укорочения светового д
за счет утренних и вечерних часов на протяжении 5 · 10 дн
в конце кущения.

Повышение устойчивости у пшениц к ржавчине под вли
нием внекорневой подкормки происходит в связи с общ
улучшением развития растений. Повышается кустистость,

ряется прохождение фаз развития растений, повышается рожай, абсолютный вес зерна, энергия прорастания семян. У зимых форм повышается зимостойкость.

Повышение у гибридов устойчивости к видам ржавчины ем выше, чем на более ранних этапах селекционной работы ыло начато применение внекорневой подкормки.

Ценность этого вида подкормки заключается в том, что ее оложительное влияние проявляется и в условиях следующего ода. Последействие сказывается не только на гибридах, но и ортах. Под влиянием подкормки, примененной в предыдущем оду, у сортов имеет место снижение поражаемости растений жавчиной и очень значительное повышение урожая (2—5 ц/га) условиях следующего года. Влияние последействия на сор-ах практически очень близко к действию подкормки в год рименения. Это обстоятельство является очень важным при роведении работ на семенных участках по улучшению пород-ых свойств сорта в отношении устойчивости к ржавчине. Как оказывает практика, последействие подкормки, равно как и ействие ее в год применения, особенно велико на молодых ортах, то есть сортах, используемых в производстве относи-ельно небольшой срок. Применение подкормки на таких сор-ах позволяет не только сохранять, но и повышать у них устой-ивость из года в год, что обеспечивает более длительное слу-ение сорта в производстве.

Наличие последействия подкормки делает ее применение особенно перспективным на семенных участках. Проведение внекорневых подкормок на семенных участках обеспечивает нижение поражаемости пшениц ржавчиной и получение зна-ительной прибавки урожая в будущем году на больших про-зводственных площадях. В связи с этим представляется воз-ожным рекомендовать применение подкормок не на всей про-зводственной площади посева, а лишь на семенных участках. то позволит значительно сократить стоимость проведения ероприятия за счет сокращения обрабатываемых площадей.

Применение внекорневой подкормки представляет интерес ще и в другом плане. В селекционной практике имеется до-таточно большое количество ценных по устойчивости к ржав-ине сортов, но недостаточно урожайных, вследствие чего они е являются перспективными для производства. Применение таким сортам внекорневых подкормок позволяет резко по-ышать их урожайность, что делает эти сорта пригодными для спользования их в практике.

Говоря о внекорневой подкормке, необходимо указать на озможность сочетания ее с применением таких препаратов, ак ДДТ, 2,4-ДУ, применяемых в борьбе с вредителями и сор-ками, что позволяет в значительной степени снизить стои-ость отработок.

Учитывая большую роль фосфорно-калийных удобрений,

представляется перспективным использование такого бактери-
ального удобрения, как силикатные бактерии. Применение их
способствует обогащению почвы за счет высвобождения свя-
занного фосфора и калия и перевода их из неусвояемой в при-
годную для использования растениями форму. При примене-
нии силикатных бактерий пшеница получает усиленное калий-
ное питание к периоду трубкования — колошения, когда роль
калия особенно велика в повышении сопротивляемости расте-
ний к поражению ржавчиной. Поражение растений ржавчиной
от применения силикатных бактерий снижается в 1,5—3 раза
(в зависимости от сорта и условий выращивания его), а повы-
шение урожая достигает 1—5 ц/га. Положительное действие
применения силикатных бактерий сказывается и в условиях
следующего года, что делает перспективным использование их
в условиях семеноводческих хозяйств и в работах при воспи-
тании гибридного материала. Выявлено, что эффективность
применения силикатных бактерий выше в условиях бедных
почв. Использование их в сочетании с минеральными удобре-
ниями повышает их эффективность.

Большое значение имеют правильные дозировки их приме-
нения при бактеризации семян. Повышенные нормы внесения
бактерий в почву снижают эффект. В таких случаях может
даже совсем не быть положительных результатов из-за нару-
шения биоценоза полезной почвенной флоры. В условиях каш-
тано-черноземных почв засушливой зоны Краснодарского края
высокий эффект дает норма в 16 миллиардов бактерий на 1 га,
что соответствует 3—5 г сухого препарата. Нормы внесения
препарата должны быть уточнены применительно к условиям
отдельных зон. Опыт колхозов и совхозов отдельных областей
Советского Союза показал возможность широкого использо-
вания силикатных бактерий в условиях производства. Стои-
мость их применения исчисляется 20—30 копеек на гектар. При
наличии в хозяйстве даже незначительного количества сухого
препарата (доли грамма), его можно размножить на месте на
тысячи гектаров. Размножение их можно проводить в любой
посуде (бидоны, металлические бочки, бутыли), на водной пи-
тательной среде следующего состава: стекло (растертое до со-
стояния пудры) 0,116%, мел 0,011%, сахар 0,581%, фосфорно-
кислый натрий двухзамещенный 0,232%, сернокислый магний
0,058%. Размножение ведется при температуре 30—32°С.

Исследованиями было установлено, что ржавчина, разви-
вающаяся на растениях одного и того же сорта, но в условиях
разного агрофона, не представляется равнозначной по энергии
прорастания спор, сохранению жизнедеятельности и способ-
ности к заражению растений. Повышенное обеспечение гибри-
дов и сортов пшениц фосфорно-калийными удобрениями ведет
к снижению поражаемости как за счет повышения сопроти-
ляемости растений к поражению, так и за счет снижения пр

пособительной изменчивости ржавчины. Использование удобрений при почвенном питании в сочетании с внекорневым питанием обеспечивает больший эффект в подавлении активности всей популяции ржавчины.

Показателями большей сопротивляемости пшениц к поражению ржавчиной является: большее изменение типа реакции в сторону повышения устойчивости, более позднее появление ржавчины на растениях, меньший темп дальнейшего нарастания заболевания и более слабая конечная степень поражения растений. Эффективными мероприятиями в снижении поражаемости пшениц ржавчиной являются те, использование которых ведет к такому повышению сопротивляемости растений, при котором имеет место подавление процесса приспособления ржавчины к развитию ее в новых для нее условиях среды. Высказанные положения в одинаковой мере относятся ко всем видам ржавчины пшеницы.

Для производства большое значение имеет не только создание устойчивых сортов, но и длительное сохранение у них свойства устойчивости.

В сохранении у сорта устойчивости к ржавчине большое значение имеет степень его иммунологической доработанности. Наличие поражаемых растений даже в небольшом проценте создает базу для дальнейшего приспособления паразита, к переходу его на устойчивые особи в пределах сорта, что в конечном итоге ведет к быстрому нарастанию поражаемости сорта в целом. Практика показывает, что этому явлению селекционеры не уделяют должного внимания и нередко выпускают сорта, поражающиеся ржавчиной на 10—20 и более процентов.

Учитывая большую роль приспособления ржавчины к вновь создаваемым устойчивым сортам, необходимо предельно форсировать срок селекции сорта, ускоренное его размножение и выход его с сортоучастков в производство.

Большая представленность гибридного и сортового материала на посевах селекционных станций и сортоучастков, среди которых обычно имеется большое количество сильно поражаемых форм, практически обеспечивает наилучшие условия для приспособительной изменчивости ржавчины и перехода ее на устойчивые формы и сорта. Таким совместным культивированием устойчивых и сильно поражаемых сортов и гибридов создаются условия для наиболее быстрого нарастания поражаемости устойчивых форм. Форсированный срок селекции и размножения сорта будет ограничивать ход приспособительной изменчивости ржавчины и способствовать более длительному сохранению у сорта устойчивости.

В целях подавления приспособительной изменчивости у ржавчины к сорту необходимо признать целесообразным предельно сокращать количество репродукций исходных образцов

семян выпускаемого сорта при производстве элиты и обеспечивать размножение сорта семенами не ежегодного репродуцирования.

В целях депрессирования формообразовательной изменчивости ржавчины и появления новых, наиболее агрессивных рас, способных поражать устойчивость сорта, необходимо элитно-семеноводческие посевы территориально удалять от селекционных посевов и от участков сортоиспытания; не допускать близкого территориального расположения посевов устойчивого сорта с восприимчивыми сортами и их гибридами.

В этих же целях необходимо рекомендовать районирование в зоне не одного устойчивого сорта, а двух и более, являющихся биологически различными.

При районировании устойчивого сорта необходимо учитывать, что медленные темпы введения устойчивого сорта в зоне при одновременном его использовании с близко выращиваемым восприимчивым сортом способствуют быстрому нарастанию поражаемости у устойчивого сорта. Во избежание нарастания этой поражаемости необходимо соблюдать пространственную изоляцию посевов этих сортов, максимально форсировать введение устойчивого сорта на большие площади и форсировать сокращение площади посева восприимчивого сорта, на смену которого идет устойчивый сорт.

Исследования лаборатории показали, что ограниченно-свободное опыление с подобранными отцами дает больший эффект в получении устойчивых форм, чем свободное опыление сортов при наличии среди них восприимчивых и близких к ним в родственном отношении устойчивых сортов. Наличие среди них гибридов, полученных от скрещивания устойчивых сортов с восприимчивыми, также резко снижает эффективность работ.

Улучшение сорта в отношении устойчивости к ржавчине может быть достигнуто и при использовании внутрисортового скрещивания, но при обязательном сочетании с отбором. Внутрисортовое скрещивание без отбора далеко не во всех случаях обеспечивает повышение у сорта устойчивости.

Эффективность отбора (по растениям) может быть значительно повышена при сочетании его с внутриколосовым отбором семян, с отбором семян из центральной части колоса. Растения, выращенные из семян, отобранных из основания и верхней части колоса, характеризуются меньшей устойчивостью к поражению ржавчиной. Этот стоит в связи с тем, что семена центральной части колоса, развивающиеся в условиях лучшего питания, являются качественно более высокими.

В получении пшениц, ценных по устойчивости к ржавчине и продуктивности, является перспективным использование приема пересадки зародыша с растений одного сорта на другой в период формирования зерна в колосе. Использование этого приема обеспечивает выщепление большего количества

устойчивых и продуктивных форм, чем в случае обычно применяемой в практике пересадки зародыша на уже сформировавшееся зерно и находящееся в периоде покоя. Большая эффективность этого приема получается при пересадке зародыша в более ранние этапы формирования зерна и при использовании более отдаленных разновидностей прививочных компонентов. Влияние привоя сказывается сильнее на формировании устойчивости, чем влияние подвоя.

Использование при скрещивании устойчивых форм требует создания постоянного иммунологического питомника. В целях снятия приспособления ржавчины к этим устойчивым формам и предупреждения возможного нарастания у них поражаемости ржавчиной при длительном совместном их культивировании с восприимчивыми сортами необходимо применять защитные мероприятия на посевах этих устойчивых форм с применением фунгицидов (коллоидная сера).

В явлении нарастания поражаемости сорта большое значение имеет происхождение и качество семян. При использовании семян сорта из других зон необходимо учитывать влияние предыдущих условий его культивирования. Выращивание образца в условиях северных зон, зон с пониженными температурами или зон с избыточной влажностью направленно ведет изменчивость сорта в сторону снижения у него устойчивости к ржавчине. Причем последействие этих условий сказывается тем сильнее, чем длительнее было их воздействие на растения данного сорта. Это последействие может сказываться в течение ряда лет и при перенесении сорта из одной зоны в другую. В связи с этим поражаемость сорта в течение ряда лет может быть очень различной, и эти различия могут обуславливаться именно влиянием последействия предыдущих условий. Поэтому при анализе данных пунктов сортоиспытания – по сравнительной оценке поражаемости сортов видами ржавчины — обязательно необходимо учитывать происхождение семян образца данного сорта в целях получения правильного представления о поражаемости сорта в условиях данной зоны.

В комплекс мероприятий по повышению у пшениц устойчивости к ржавчине должны входить и мероприятия периода хранения семян.

В период покоя физиолого-биохимические процессы в семенах не прекращаются. Ход этих процессов очень различен в зависимости от условий хранения семян. Соответственно ходу этих процессов, направленность развития свойства устойчивости у растений, выросших из семян различных условий хранения, получается неодинаковой.

К числу важнейших факторов, играющих большую роль при хранении семян, относится влажность. Растения, выращенные из семян с повышенной влажностью или длительный период хранившиеся с влажностью выше кондиционной, ха-

рактеризуются повышенной восприимчивостью к ржавчине. Применение воздушно-тепловой сушки семян способствует повышению у растений устойчивости к ржавчине. Причем эффективность этого приема значительно снижается в случае применения его в период после хранения семян, а не предшествующий. Воздушно-тепловая сушка является эффективным приемом для повышения у пшениц устойчивости к ржавчине как в связи с уменьшением влажности семян, так и в связи с более глубокими изменениями в свойствах семян, которые сказываются на повышении устойчивости растений к поражению ржавчиной. Применение приема воздушно-тепловой сушки семян следует рекомендовать не только для условий северных зон и зон с большой влажностью, но и других зон Советского Союза, в том числе южных.

Выше мы остановились на рассмотрении ряда мероприятий по повышению у пшениц устойчивости к ржавчине. Придавая большое значение каждому из них, подчеркиваем, что ни одно из них, взятое в отдельности, не может обеспечить решения проблемы в целом. Это положение является очень важным, принимая во внимание большую приспособляемость ржавчины.

Рекомендуемые нами мероприятия отнюдь не являются исчерпывающими. Вопрос о теории создания устойчивых к ржавчине сортов пшениц и сохранения этой устойчивости представляет собою мало разработанную область. Но мы считаем, что рекомендуемые нами мероприятия при их реализации могут обеспечить реально ощутимый практический эффект. Реализация этих мероприятий должна идти по линии селекционно-семеноводческой работы.

Комплекс указанных мероприятий должен рассматриваться как часть общей системы мероприятий по борьбе с ржавчиной, включающей в себя все остальные агротехнические и химические методы борьбы.

К. М. СТЕПАНОВ.

О ПРОГНОЗЕ БУРОЙ РЖАВЧИНЫ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Сезонный прогноз представляет собой, с одной стороны, предвидение за относительно короткий срок отдельных заражений и проявлений болезни и, с другой – предвидение за тот или иной длительный срок интенсивности развития болезни в предстоящем сезоне. В первом случае можно говорить о краткосрочном, а во втором — о долгосрочном прогнозе (Степанов, 1937).

Исследования по краткосрочному прогнозу различных болезней растений проводились Всесоюзным институтом защиты растений и другими учреждениями. Методика краткосрочного прогноза бурой ржавчины пшеницы была разработана автором и апробирована Г. Ф. Маклаковой в производственных условиях.

Исследования по долгосрочному прогнозу бурой ржавчины озимой пшеницы проводились в США Честером (1942 и последующие годы). Им было установлено, что температура и осадки второй половины зимы и начала весны (марта или апреля, в зависимости от штата) определяют перезимовку ржавчины и интенсивность ее ранневесеннего размножения. Поскольку дальнейшая погода обеспечивает развитие этой болезни, решающее значение имеет погода указанного предшествующего периода. Согласно Честеру, годы сильной ржавчины характеризуются нормальными или повышенными температурами и осадками в этот предшествующий период. Наоборот, для лет слабой ржавчины характерен дефицит осадков или тепла, или того и другого одновременно. Например, для штата Оклахома прогноз основывался: 1) на анализе погоды с января по март включительно, 2) на количестве уредопустул на 1 лист, устанавливаемом ежедекадным подсчетом их с 1 февраля до 1 апреля на пробном поле и 3) маршрутном обследовании 1 апреля по главным пшеничным районам для установления, насколько пробное поле является типичным. Прогноз ставился за 2½ месяца до уборки урожая, и он оправдывался.

С 1952 г. мы проводим исследования по долгосрочному прогнозу бурой ржавчины озимой пшеницы в условиях Краснодарского края. При постановке исследований мы исходим из положения, что в каждой местности решающую роль в ежегодных колебаниях интенсивности развития ржавчины играют изменения погоды.

Она воздействует на паразита, определяя его агрессивность и патогенность, сохраняемость в послеуборочный и зимний периоды, прорастание спор и заражение.

Погода влияет также на пшеницу, изменяя ее восприимчивость к ржавчине и ритм вегетации и тем самым способствует наибольшему сближению пшеницы с паразитом или отрыву от него. Температура и осадки влияют на динамику питательных веществ в почве, что сказывается на питании пшеницы и с этим — на ее восприимчивости. Наконец, погода влияет на взаимоотношения пшеницы и ржавчинного гриба и, следовательно, на течение болезни.

Обычно считают, что зависимость развития бурой ржавчины озимой пшеницы от погоды проявляется преимущественно в весенне-летний период.

Если прорастание спор, заражение растений и проявление уредопустул зависят от температуры и влажности, то весенне-летние условия погоды, конечно, в какой-то мере должны оказывать влияние на развитие ржавчины. Можно, однако, предполагать, что в весенне-летний период в травостое озимой пшеницы микроклиматические условия более или менее благоприятны для прорастания спор ржавчины и заражения растений. Поэтому для последующего, весенне-летнего, развития болезни важное значение должно иметь количество заразного начала, имеющееся к началу этого периода. Поскольку в значительной мере это определяется погодой предшествующего периода, то она (погода) должна иметь значение для весенне-летнего развития ржавчины.

Следует отметить, что в массовой вспышке бурой ржавчины большую роль должно играть состояние восприимчивости пшеницы к болезни. Это состояние подготавливается воздействием среды предшествующих периодов (осени, зимы и начала весны). По-видимому, на восприимчивость пшеницы к ржавчине оказывают влияние также условия предшествующего вегетационного периода, о чем можно судить по данным Каперович (1951).

На основании изложенного можно считать, что разработку долгосрочного прогноза бурой ржавчины озимой пшеницы необходимо основывать на установлении связи между интенсивностью развития этой болезни и условиями погоды различных предшествующих периодов.

Материалом для наших исследований служили многолетние данные, предоставленные нам Государственной Комисси-

ей по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур[1]. Необходимые данные были выписаны за ряд лет по 10 сортоучасткам Краснодарского края. По каждому участку и году устанавливалась средняя пораженность более или менее восприимчивых сортов озимой пшеницы бурой ржавчиной, и затем, согласно существующим показателям (см. Честер, 1946), по % поражения и фенодате учета устанавливался % потерь урожая. Нами были приняты следующие три группы интенсивности развития ржавчины:

Группы интенсивности развития ржавчины	Потери урожая %	Пораженность бурой ржавчиной (%)	
		фаза цветения	фаза молочной спелости
Депрессия	0—2	до 17—18	до 32—33
Умеренное развитие	2—5	18—30	33—47
Эпифитотия	более 5	более 30	более 47

По каждому участку проценты потерь урожая от ржавчины мы сопоставляли со средней температурой воздуха и суммой осадков отдельно за апрель, май и июнь предшествующего вегетационного периода, осень (октябрь—ноябрь), зиму (декабрь—февраль), март, апрель, май и июнь текущего года.

Из таблицы 1 видно, что пораженность ржавчиной в той или иной мере коррелирует с температурой предшествующего года, особенно майской температурой: понижение этой температуры благоприятствует развитию болезни в следующем году. В отдельных случаях установлена связь между ржавчиной и погодой других месяцев предшествующего года. Таким образом, статистический анализ показал, что развитие бурой ржавчины озимой пшеницы в той или иной степени связано с погодой предшествующего вегетационного периода. По-видимому, влияние этой погоды сказывается как через пшеницу, изменяя восприимчивость к ржавчине ее будущего поколения, так и через паразита, изменяя его агрессивность.

Во многих случаях отмечена связь между ржавчиной и осенней погодой. Это понятно, поскольку погода определяет осеннее накопление заразного начала, что в свою очередь влияет на перезимовку паразита и пшеницы и дальнейшую динамику болезни.

Во всех случаях установлена положительная корреляция между ржавчиной и зимней температурой. Такие же отношения установлены и для зимних осадков, хотя в ряде случаев связь оказалась слабо выраженной. Из приведенных данных вытекает, что эпифитотия бурой ржавчины озимой пшеницы вероятна после мягкой и влажной зимы.

[1] Фитопатологу Комиссии д-ру Л. Ф. Русакову автор приносит благодарность за предоставление данных и советы при их выборке.

Коэффициенты корреляции между % потерь озимой

Сортоучастки	Предшествующий			
	Апрель		Май	
	температура	осадки	температура	осадки
Ейский			—0,49±0,25	+0,63±0,20
Кущевский			—0,52±0,26	
Каневский		—0,53±0,27	—0,40±0,32	
Тимашевский				
Кубанский			—0,37±0,32	
Армавирский	—0,37±0,30	+0,56±0,24		—0,51±0,26
Отрадненский			—0,56±0,26	
Лабинский			—0,45±0,25	
Абинский			—0,80±0,12	+0,32±0,30
Славянский				+0,84±0,10

Примечание: Приводятся коэффициенты, превышающие свои ошибки.

Таблица 1

шеницы от бурой ржавчины и предшествующей погодой

од		Текущий год			
июнь		осень		зима	
темпе-ратура	осадки	темпе-ратура	осадки	температура	осадки
	−0,47±0,26	+0,63±0,20		+0,58±0,22	+0,37±0,27
	−0,37±0,30	+0,41±0,29		+0,66±0,20	+0,63±0,21
		+0,34±0,33		+0,61±0,24	+0,77±0,15
−0,48±0,29		+0,57±0,24		+0,43±0,29	
+0,52±0,28	−0,62±0,23	+0,49±0,29	−0,35±0,33	+0,79±0,14	+0,61±0,24
	−0,40±0,30			+0,46±0,28	+0,33±0,31
+0,46±0,30			+0,58±0,25	+0,56±0,26	
+0,54±0,24			+0,60±0,19	+0,57±0,20	+0,76±0,13
				+0,62±0,20	+0,73±0,15
	−0,31±0,30		+0,37±0,27	+0,47±0,24	+0,36±0,27

Наиболее обычным объяснением этой связи являетс
следующее. При мягкой зиме лучше перезимовывает пшеница,
с нею и паразит. Осадки, если они выпадают в виде снега, пре
дохраняют пшеницу и гриб от воздействия низких температур
Если же они выпадают в виде дождя, то в этих условиях воз
можно зимнее развитие ржавчины. Таким образом, после мя
кой и влажной зимы к весне сохраняется больше заразно
начала, что является одной из предпосылок для интенсивно
развития ржавчины. При холодной и малоснежной зиме на
блюдается обратная картина.

Установленные связи между ржавчиной и предшествующе
погодой были положены нами в основу прогноза. Разработк
прогноза сводилась, во-первых, к вычислению интегральны
индексов погоды, которые мы обозначаем греческой буквой
Интегральный индекс является как бы равнодействующе
разностороннего влияния температуры и осадков предшеств
ющих периодов на развитие ржавчины. В качестве такого и
декса погоды нами была принята алгебраическая сумма о
ношений температуры и соответственно осадков данного м
сяца или периода к их сигмам (σ), деленная на количест
элементов погоды, входящих в интегральный индекс. При эт
знак частного от деления значения температуры или осадк
на их сигмы ставился тот же, что и у коэффициента коррел
ции, установленного для соответствующего элемента погод
(см. табл. 1). Метод такой обработки мы заимствовали у Об
хова (1949). Для иллюстрации можно привести расчеты и
тегрального индекса погоды для одного года по Абинско
участку (см. табл. 2 и 3).

Для каждого участка, при вычислении интегральных и
дексов, брались только те элементы погоды, для которых б
ли установлены коэффициенты корреляции, превышающ
свои ошибки.

Таблица 2

Расчеты индексов погоды

Частные индексы				Сумма индексов	Интегральный индекс (Θ)
температура мая предш. года	осадки мая предш. года	температура зимы	осадки зимы		
$-\frac{15.8}{1.348} =$	$+\frac{3.5}{17.823} =$	$+\frac{4.8}{2.914}$	$+\frac{276.8}{75.003} =$	-6.18	$-\frac{6.18}{4} =$
$= -11.72$	$= +0.20$	$= +1.65$	$= +3.69$		$= -1.$

Брались различные сочетания таких элементов погоды
соответственно вычислялись интегральные индексы пого
для каждого года отдельно. Затем вычислялись коэффици
ты корреляции между % потерь от ржавчины и интегральн

Данные для вычисления интегральных индексов погоды
(знак коэффициентов корреляции и сигмы)*

Сортоучастки	Предшествующий год						Текущий год			
	апрель		май		июнь		осень		зима	
	температура	осадки	температура	осадки	температура	осадки	температура	осадки	температура	осадки
Ейский			— 1,780	+ 17,866		— 38,200	+ 1,148		+ 2,604	
Кущевский			— 1,543			— 22,610	+ 1,230		+ 3,223	+ 61,468
Каневский			— 1,428						+ 2,404	+ 64,889
Тимашевский					— 1,216		+ 1,070		+ 2,568	
Кубанский			— 1,444		+ 2,339	— 40,005	+ 1,537	— 30,818	+ 2,098	+ 55,220
Армавирский	— 1,364	+ 19,357		— 20,571		43,251			+ 2,447	+ 70,593
Отрадненский			— 1,777		+ 0,814			+ 37,057	+ 3,112	
Лабинский			— 1,354		+ 1,343			52,460	+ 2,504	+ 56,336
Абинский			— 1,348	+ 17,823					+ 2,914	+ 75,003
Славянский				+ 32,264					+ 2,537	

* Сигмы вычислены за период, по которому в нашем распоряжении имелись данные по бурой ржавчине.

ми индексами. В конечном счете, мы останавливались на т
сочетании элементов погоды предшествующих периодов, и
тегральные индексы которых наиболее высоко коррелирова
с ржавчиной. Все необходимые данные для вычисления инт
ральных индексов приведены в таблице 3.

Что касается коэффициентов корреляции между % поте
от ржавчины и интегральным индексом предшествующей по
ды, то для большинства сортоучастков они оказались высок
ми (см. табл. 4).

Таблица 4

Коэффициенты корреляции между ржавчиной и интегральным индексом погоды (Θ) за предшествующие периоды

Сортоучасток	$r \pm m_r$	Сортоучасток	$r \pm m_r$
Ейский	$+0,84 \pm 0,10$	Армавирский	$+0,68 \pm 0$
Кущевский	$+0,86 \pm 0,09$	Отрадненский	$+0,84 \pm 0$
Каневский	$+0,76 \pm 0,16$	Лабинский	$+0,89 \pm 0$
Тимашевский	$+0,72 \pm 0,17$	Абинский	$+0,89 \pm 0$
Кубанский	$+0,93 \pm 0,05$	Славянский	$+0,83 \pm 0$

Таблица 5

Уравнения регрессии для определения предстоящей интенсивнос бурой ржавчины озимой пшеницы

Сортоучастки	Уравнения регрессии	Коэффициенты регрессии
Ейский	$y = 11,85 + 7,29\Theta$	$+7,29 \pm 1,58$
Кущевский	$y = 11,10 + 5,70\Theta$	$+5,70 \pm 1,19$
Каневский	$y = 20,26 + 4,44\Theta$	$+4,4 \pm 1,6$
Тимашевский	$y = 20,72 + 4,51\Theta$	$+4,51 \pm 1,51$
Кубанский	$y = 4,97 + 8,15\Theta$	$+8,15 \pm 1,28$
Армавирский	$y = 11,38 + 5,05\Theta$	$+5,05 \pm 1,94$
Отрадненский	$y = -30,00 + 8,15\Theta$	$+8,15 \pm 1,96$
Лабинский	$y = -1,77 + 2,78\Theta$	$+2,78 \pm 0,46$
Абинский	$y = 20,73 + 7,16\Theta$	$+7,16 \pm 1,24$
Славянский	$y = 5,84 + 5,42\Theta$	$+5,42 \pm 1,20$

Примечание: y — ожидаемые потери от ржавчины (%);
Θ — интегральный индекс погоды.

Наличие такой связи явилось основанием к вычисле
для каждого сортоучастка отдельно уравнений регрессии.
зультаты вычислений представлены в табл. 5. Согласно э
уравнениям, можно определять на 1 марта, примерно за 4
сяца до уборки озимой пшеницы, наиболее вероятные по

ожая озимой пшеницы от бурой ржавчины. Для иллюстра-
и техники подсчетов можно воспользоваться примером, при-
денным в табл. 2. В этом примере интегральный индекс по-
ды (Θ) оказался равным — 1.54. Вставляя значение Θ в
авнение регрессии по Абинскому сортоучастку (см. табл. 5),
получаем у = 9,7. Иными словами, в данном случае ожи-
лись потери от бурой ржавчины, равные 9,7%, т. е. ожида-
сь эпифитотия ржавчины.

Для оценки достоверности прогноза мы поступили следу-
щим образом. По каждому участку и году отдельно, при по-
щи уравнений регрессии, определяли оживдавшуюся интен-
зность развития бурой ржавчины (депрессия, умеренное
звитие или эпифитотия) и сопоставляли с действительно на-
людавшейся. Результаты сопоставлений для 120 случаев по
сортоучасткам за 1939—41 и 1945—1955 годы представле-
в таблице 6. На рис. 1 степень достоверности прогноза по-
зана графически для Лабинского участка.

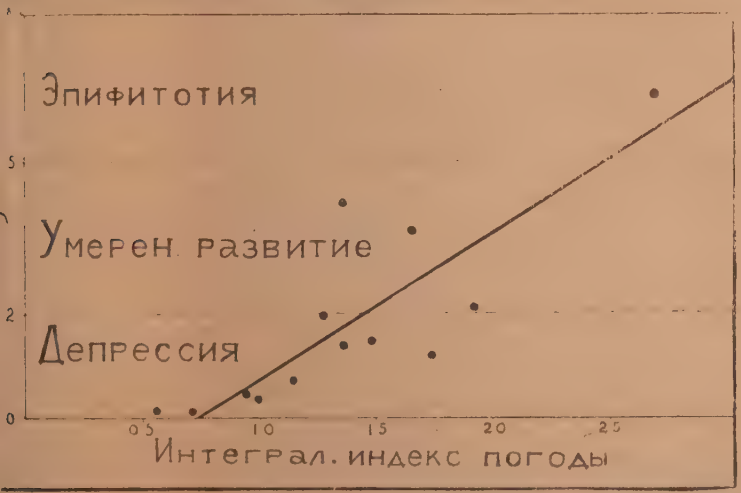


Рис. 1. Зависимость поражения озимой пшеницы бурой ржавчиной предшествующей погоды

$$y = -1{,}77 + 2{,}78\,\Theta$$

y — интенсивность развития ржавчины (потери урожая),

Θ — интегральный индекс погоды =

$$= -\frac{a}{1{,}354} + \frac{в}{1{,}343} + \frac{c}{52{,}46} + \frac{d}{2{,}504} + \frac{e}{56{,}336}$$

а — ср. тем-ра мая предш. года,

в — ср. тем-ра июня предш. года,

с — осадки осени (октябрь—ноябрь),

d — тем-ра зимы (декабрь—февраль).

е — осадки зимы.

Таблица 6

Частота совпадений (в %) между ожидавшейся и наблюдавшейся бурой ржавчиной озимой пшеницы

Ожидаемая ржавчина \ Наблюдаемая ржавчина	Депрессия	Умеренное развитие	Эпифитотия
Депрессия (39 случаев)	84	8	8
Умеренное развитие (29 случаев)	45	38	17
Эпифитотия (52 случая)	11	6	83

Из таблицы 6 видно, что прогноз депрессии бурой ржавчи ны озимой пшеницы должен характеризоваться высокой досто верностью, поскольку совпадение между ожидаемой и наблю даемой ржавчиной было отмечено в 84% случаев. Такой ж достоверностью должен обладать прогноз эпифитотии (83% совпадений). Что касается прогноза умеренного развити ржавчины, то в этой группе преобладают случаи отклонения сторону депрессии и случаи совпадений.

Возникает вопрос, каковы причины этих расхождений. В таблице 7 приведены коэффициенты корреляции между ржав чиной и погодой текущего вегетационного периода. В ряде слу чаев отмечена связь ржавчины с температурой или осадкам некоторых месяцев. Особенно это касается майских осадков Получается, что чем выше бывают осадки в этом месяце, те более вероятно сильное развитие ржавчины.

Анализ погоды по тем сортоучасткам и годам, по которы отмечено расхождение между ожидавшейся и наблюдавшейс ржавчиной, показал, что в подавляющем большинстве случае это расхождение связано с отклонениями майских осадков о средних многолетних. Так, годы, в которые ржавчина разви валась с меньшей интенсивностью, чем это можно было ожи дать теоретически, отличались дефицитом майских осадков Наоборот, годы, в которые ржавчина достигала большей ин тенсивности, по сравнению с тем, что можно было ожидать характеризовались избытком майских осадков.

Следует отметить, однако, что отклонения майских осадко от многолетних не всегда влекут за собой расхождения межд ожидавшейся и наблюдавшейся ржавчиной.

Это объясняет высокую достоверность прогноза по пред шествующей погоде.

Приведенные в данной работе материалы показываю близкую связь бурой ржавчины озимой пшеницы в Краснодар ском крае с погодой различных предшествующих периодов На этой основе нами предлагается метод долгосрочного про гноза ржавчины, постановка которого возможна примерно з 4 месяца до уборки урожая озимой пшеницы. Как показа

Коэффициенты корреляции между потерями озимой пшеницы от бурой ржавчины и погодой текущего года вегетации

Сортоучастки	Март		Апрель	
	температура	осадки	температура	осадки
Ейский				+0,54±0,23
Кущевский	−0,64±0,21			+0,39±0,30
Каневский			+0,51±0,28	
Тимашевский		+0,51±0,26		0,42±0,29
Кубанский				
Армавирский				
Отрадненский	0,47±0,29			−0,38±0,32
Лабинский	−0,39±0,26			
Абинский	−0,44±0,26	+0,37±0,27		−0,36±0,27
Славянский		+0,34±0,29		

Сортоучастки	Май		Июнь	
	температура	осадки	температура	осадки
Ейский	−0,38±0,28	+0,55±0,23		
Кущевский		+0,71±0,16		+0,36±0,31
Каневский		+0,86±0,10		
Тимашевский		+0,82±0,11		
Кубанский		+0,97±0,02		+0,38±0,32
Армавирский	+0,60±0,23	+0,78±0,14		
Отрадненский		+0,67±0,21		
Лабинский			−0,36±0,27	
Абинский		+0,35±0,28	−0,65±0,18	
Славянский		+0,81±0,11		

Примечание: Приводятся коэффициенты, превышающие свои ошибки.

анализ, наш метод прогноза характеризуется высокой достоверностью. Что касается случаев расхождения между ожидавшейся и наблюдавшейся ржавчиной, то они почти не имеют практического значения.

Метод прогноза, конечно, требует дальнейшего усовершенствования.

Практическое значение прогноза заключается в том, что в соответствии с ним мы можем несколько изменять план весенних мероприятий по уходу за посевами озимой пшеницы. В случае угрозы со стороны бурой ржавчины можно применить рано весной фосфорно-калийные подкормки. Они снижают в той или иной мере пораженность ржавчиной и, во всяком случае, уменьшают вред от нее. С другой стороны, в отдельных случаях возможно своевременно организовать авиаопрыскивание посевов коллоидной серой или другими фунгицидами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Касперович З. С., 1951. Влияние географического фактора на изменение устойчивости у сортов пшеницы к различным видам головни и ржавчины. Автореферат диссертации. Всесоюзный Институт Защиты растений.

2. Обухов В. М., 1949. Урожайность и метеорологические факторы (под редакцией акад. С. Т. Струмилина).

3. Степанов К. М. 1937. Прогноз болезней растений. Защита растений. Сб. 15, 3—15.

4. Chester K. S. Plant Disease Reporter,, 26; 213—217, 1942; Suppl. 143, 1943; 28: 280—287, 1944; Suppl. 156, 1945 и последующие работы.

5. Chester K. S. 1946. The nature and prevention of the cereal rusts..... Waltham. Mass. Chron. Bot. Comp. XIV (2).

А. Е. ЧУМАКОВ.

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ЛИНЕЙНОЙ РЖАВЧИНЫ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ СССР

На Дальнем Востоке СССР — в Приморском и Хабаровском краях, в Амурской области и на Сахалине — часто наблюдается интенсивное поражение яровой пшеницы линейной (стеблевой) ржавчиной.

В последнее время повсеместные вспышки болезни отмечались там в 1948 и 1956 гг., когда урожай яровой пшеницы был уничтожен на больших площадях посевов.

Большая вредоносность стеблевой ржавчины и низкая эффективность в отношении ее общеизвестных агротехнических мероприятий, исключая культуру устойчивых сортов, вызывает необходимость дальнейшего изучения этой болезни. Особое значение имеет исследование основных источников инфекционного начала ржавчины и влияние погоды на ее развитие, что является обязательным условием для разработки эффективных мер защиты пшеницы от ржавчины. Выяснение этих вопросов для Дальнего Востока до сих пор является весьма актуальным.

Об источниках заразного начала стеблевой ржавчины

Общеизвестно, что источником заразного начала стеблевой ржавчины являются эцидиоспоры, возникающие на барбарисе. В качестве источников могут быть также уредоспоры, сохраняющиеся на растительных остатках хлебных злаков, или дикорастущие и сорные злаки, на которых перезимовывает возбудитель стеблевой ржавчины в уредостадии. Наконец, развитие этой болезни может быть обязано уредоспорам, переносимым ветром из отдаленных местностей.

Значение барбариса

В основных районах возделывания яровой пшеницы в Приханкайской низменности, в Амуро-Зейской равнине и на Саха-

лине барбарис не растет. Даже в притаежных местностях на континенте этот кустарник встречается весьма редко.

Васильева (1951) считает, что барбарис амурский, произрастающий в лесу, чаще несет эцидии не Puccinia graminis, а Puccinia pygmaea Eriks., поражающей только виды вейников (Calamagrostis) и совершенно безопасный для хлебных злаков.

В лабораторных опытах, проводившихся нами в 1950 г., вполне зрелые эцидиоспоры с кустов барбариса были нанесены разными способами на листья и стебли молодых растений яровой пшеницы сорта Штрубе. Заражение пшеницы не было отмечено. Кроме того, в 1951 г. куст барбариса, пораженный линейной ржавчиной, был пересажен из леса на поле яровой пшеницы. Наблюдениями было установлено, что и в данном случае заражения пшеницы не произошло. Опыты по искусственному заражению пшеницы Штрубе эцидиоспорами с барбариса, проводившиеся на альневосточной станции ВИР (Себето, 1949), также были безуспешными.

По наблюдениям Пивкиной (1951), сравнительно раннее (в начале июня) проявление ржавчины на пшенице в Хабаровском крае в 1948 г. произошло без участия барбариса, так как эцидиоспоры на нем созрели в конце июня — начале июля. Эпифитотия линейной ржавчины наблюдалась в том году повсеместно в равнинных районах Амурской обл. на значительном расстоянии от мест произрастания барбариса. Там, где барбарис произрастает, эцидии появляются на нем поздно летом, когда уредоспоры на злаках образуются уже в значительном количестве (Русаков, 1925, 1926, 1927). В южно-сахалинской долине линейная ржавчина на пшенице возобновляется ежегодно при отсутствии барбариса на острове. Более того, из бесед с агрономами стало известно, что в таежных колхозах Приморского края в 1948 и 1949 гг. наблюдалось более слабое поражение пшеницы стеблевой ржавчиной, чем в безлесных районах.

Наконец, наши попытки провести заражение барбариса способными к прорастанию телейтоспорами P. graminis были безуспешными. Впоследствии это было повторено Е. С. Половой (ДВ станция защиты растений) и также безрезультатно.

Таким образом, для пшеничных районов Дальнего Востока роль барбариса в явлении весеннего возобновления линейной ржавчины ничтожна. Единичные кусты барбариса, расположенные за много десятков километров от основных районов возделывания пшеницы, не могут являться источниками инфекционного начала этой болезни. Барбарис в горах, вдали от полей, поражается ржавчиной, но в таких условиях происходит, как пишет Наумов (1940), «только взаимное заражение местных дикорастущих злаков от местных же зарослей барбариса».

О перезимовке уредоспор

За вероятность перезимовки уредоспор линейной ржавчины в последнее время высказывается ряд авторов (Борисова, 951; Джонсон и Грин, 1952; Пивкина, 1951, 1952; Полозова, 955; Шумиленко, 1957). Однако повсеместное и ежегодное охранение уредоспорами вирулентности к весне следующего ода в условиях Дальнего Востока мало вероятно. Даже сухость осени и весны, как пытается утверждать Васильева 1951), не приводя экспериментальных данных, не дают основания предполагать перезимовки уредоспор линейной ржавчины.

Длительные опыты автора и Полозовой с перезимовкой редоспор в условиях Приморского края (г. Уссурийск) дали трицательные результаты. Только в 1954 г. единичные уредоспоры сохранили жизнеспособность до июня следующего года Полозова, 1955).

Опыты по перезимовке уредоспор, проводившиеся Пивкиой в 1948 г. в условиях Хабаровска, нельзя считать убедительными. Так, положительные результаты заражения суспензией редоспор после их зимовки следует отнести за счет воздушного заноса инфекционного начала, поскольку опыты ставились без изоляторов в июле месяце, после колошения пшеницы, при наличии уредоспор в воздухе.

Автором, совместно с Матвейчуком, затем Полозовой многократно на протяжении 6 лет (1949—1955 гг.) делались попытки заражения пшеницы телейтоспорами, прорастающими ростком, перезимовавшими и естественно распадающимися уредоспорами, а также жизнеспособными уредоспорами после искусственного разрушения оболочек. Во всех случаях неизменно получались отрицательные результаты. Нанесение на листья всходов пшеницы Лютесценс 062 суспензии растертых уредоспор P. graminis не вызывало заражения. Во всех случаях это приводило к отмиранию части клеток (мелких участков ткани листа) в местах нанесения инокулюма без образования уредопустул.

Уредоспоры после уборки урожая быстро теряют жизнеспособность. При этом, те из них, которые начинали формироваться на хлебных злаках только в конце их вегетации, имели вообще низкий процент прорастания. К весне уредоспоры, сохраняющиеся на соломе и стерне, полностью теряли жизнеспособность. Многие из них были подвержены естественному распаду. Невсхожие уредоспоры с неповрежденной оболочкой так же, как и распавшиеся на зерна, не являлись заразным началом при весеннем возобновлении заболевания на яровой пшенице. Телейтоспоры при проращивании весной и летом дают массовое образование ростков (иногда с образованием базидиоспор). Однако они не способны заражать всходы пше-

ницы. Следовательно, диплоидные споры линейной ржавчины после зимовки на отмерших злаковых растениях в условиях Приморского края растений пшеницы не заражают.

Роль дикорастущих и сорных злаков

Как известно, среди дикой и сорной растительности несколько сотен видов злаков, относящихся более чем к 50 родам, могут поражаться линейной ржавчиной. Однако передатчиками уредоспор этой ржавчины на посевы пшеницы являются лишь отдельные виды злаков. Для условий Дальнего Востока таковыми злаками практически могут быть пырей ползучий (Agropyrum repens), ячмень гривастый (Hordeum jubatum) и некоторые виды колосняков (Elymus) (Азбукина 1951 и 1952; Васильева, 1951 и 1953 и Чумаков, 1952). Между тем, многие исследователи отмечают, что появление стеблевой ржавчины на диких злаках большей частью происходит позже, чем на пшенице. Васильевой и Полозовой не приходилось наблюдать появления линейной ржавчины на диких злаках ранее, чем на культурных злаках. Об этом также можно судить по данным табл. 1.

Таблица 1

Обнаружение первых пустул линейной ржавчины на злаках в 1951 г.

(данные сотрудников Дальневосточной СТАЗР)

Название злака	Дата обнаружения новых пустул	Место обнаружения	Наблюдатель
Пшеница Штрубе	28.VI	г. Уссурийск	Автор
Пшеница (разные сорта)	30.VI	,,	Матвейчук М. Т.
Пшеница Тетчер	2.VII	с. Борисовка	Он же
Озимая пшеница	9.VII	Селекц. станция	Прокопьева А. А.
Ячмень гривастый	25.VII	г. Уссурийск	Она же
Пырей ползучий	2.VIII	,,	Она же
Колосняки (разные виды)	5.VIII	Окрестности г. Уссурийска	Она же

Как видим, уредопустулы линейной ржавчины первоначально были зарегистрированы на листьях и стеблях яровой пшеницы Штрубе (28.VI), затем на листьях других сортов яровой пшеницы, в том числе и на Тэтчер (2.VII), потом на листьях озимой пшеницы Барнаульская 15 (9.VII) и только впоследствии на стеблях диких злаков — ячменя гривастого (25.VII), пырея ползучего (2.VIII) и видов колосняков (5.VIII).

Таким образом, на Дальнем Востоке дикорастущие и сор-
е злаки не имеют значения в весеннем возобновлении ли-
йной ржавчины на яровой пшенице. Они могут иметь значе-
е лишь как дополнительный источник инфекционного нача-
. Увеличивая запас последнего в продолжение вегетации
ленницы, дикие злаки усиливают заболевание пшеницы ли-
йной ржавчиной, особенно при поздних сроках посева. В
вной мере это относится и к другим видам ржавчинных гри-
в, паразитирующих на хлебных злаках. Как видно из дан-
х различных авторов, в определенных зонах диким злакам
едует уделять должное внимание (Азбукина, 1952; Василь-
а, 1951; Лавров, 1926 и другие).

Ряд авторов (Васильева, 1951; Русаков, 1927; Шитикова-
усакова, 1927 и др.) придает значение заносу уредоспор
нейной ржавчины воздушными течениями для распростране-
я болезни яровой пшеницы на Дальнем Востоке. Наши на-
людения (г. Уссурийск, 1950 и 1951 гг.) и сопоставления на-
авления ветров за годы сильного и слабого развития болез-
не подтвердили практического значения заноса уредоспор.
о этому вопросу необходимы дальнейшие наблюдения.

Роль погодных факторов в развитии стеблевой ржавчины

Анализируя основные элементы погоды за период с 1923
о 1951 гг., по данным метеостанции г. Уссурийска, мы убе-
лись, что для Ворошиловского района Приморского края
пышки стеблевой ржавчины на неустойчивых сортах яровой
шеницы (Штрубе и Лютесценс 062) наблюдались в годы с
ысоким снежным покровом, неглубоким промерзанием почвы
сравнительно меньшей отрицательной температурой почвы
а глубине 40 см. (рис. 1). Последние в достаточной мере
ррелируют с интенсивностью ржавчинного заболевания на
орте Лютесценс 062 ($r = +0{,}828$). Сведения о развитии ржав-
ины за прошедшие годы были частично взяты из литературы,
Инспектуре по сортоиспытанию, а также получены путем оп-
роса старожилов, колхозников и агрономов.

Как видим, за вышеуказанный период было 9 лет с высо-
им и 13 лет с незначительным снежным покровом. Это соот-
етственно совпадает с ржавчинными и нержавчинными
одами. Во все остальные годы на неустойчивых сортах пше-
ицы развитие стеблевой ржавчины было средней интенсив-
ости. По высоте снежного покрова и температуры почвы на
лубине 40 см они характеризовались средними показателями
о сравнению с ржавчинными и нержавчинными годами.

Причину этой связи пока еще нельзя точно указать. По-ви-

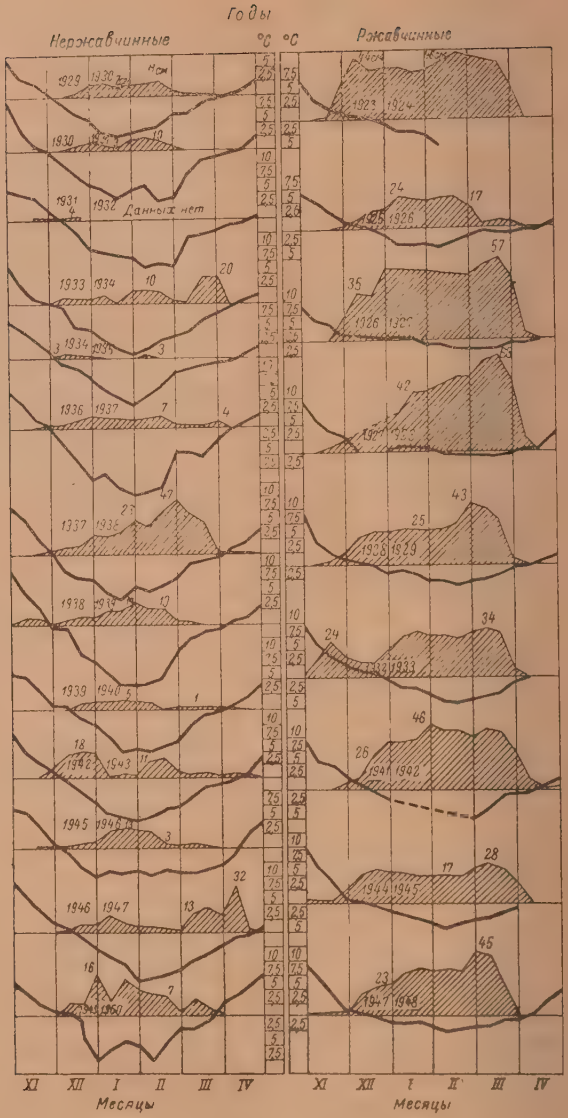


Рис. 1. Условные обозначения: кривая — температура почвы на глубине 40 см; штрих — высота снежного покрова (в см).

имому, низкая температура, обусловливая глубокое промер-
ание почвы влечет за собой и удлинение вегетации пшени-
ы. Последняя попадает в этом случае в период максималь-
ого развития ржавчины в связи с периодом дождей.

Для большей территории, чем Ворошиловский район, об-
цую оценку развития ржавчины за длительный период по го-
ам по ряду причин дать не представляется возможным. Толь-
о в 1948 и в 1956 гг. повсеместно были вспышки заболевания.
другие же годы интенсивность развития линейной ржавчи-
ы на пшенице резко колебалась по районам и зонам.

Таким образом, для развития эпифитотии линейной ржав-
ины в этом районе существенное значение имеют определен-
ые элементы погоды предшествующего периода. Это важно
ля прогноза болезни. Следует, конечно, учитывать и другие
акторы: сорт, предшественник, тип почвы и пр., а также по-
оду весны и лета. Так, в 1948 г. развитию эпифитотии линей-
ой ржавчины способствовало сочетание высокого снежного
окрова с повышенной относительной влажностью воздуха
ри наличии большого числа дней с дождями, росами и тума-
ами в период вегетации пшеницы. Такая же картина наблю-
алась при эпифитотии 1956 г.

Для условий Приханкайской низменности Дальнего Восто-
а СССР не подтверждается практическое значение общеиз-
естных источников инфекции в возобновлении линейной
жавчины на яровой пшенице. Ряд исследований показывает,
то в цикле развития ржавчины возможны иные приспособи-
ельные особенности паразита, связанные с сохранением за-
азного начала в корневищах злаков, а возможно и в семенах.
Выяснение этих вопросов нуждается в дальнейшем углублен-
ом изучении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Азбукина З. М., 1951. К биологии некоторых видов ржав-
инных грибов, поражающих злаки в Приморском крае. Сообщения
ДВ филиала АН СССР, в. 2, 19—21 стр.

2. Азбукина З. М., 1952. О поражаемости ржавчиной дикора-
тущих злаков в Приморском крае. Сообщения ДВ филиала АН
ССР, в. 5, 17—21 стр.

3. Азбукина З. М., 1952. Ржавчинные грибы, поражающие
лаки в Приморском крае. Автореферат диссертации на соискание учо-
ой степени кандидата биологических наук. Владивосток, 27 стр.

4. Борисова Л. Н., 1951. Перезимовка стеблевой ржавчины
лаков (Puccinia graminis Pers). Бюлл. Моск. Общества Испытат. при-
роды. Новая серия. Отдел биологический, том 56, в. 2, 79—89 стр.

5. Брызгалова В. А., 1951. К биологии Puccinia graminis Pers.
. secalis. Тр. Вс. Института Защиты растений, в. 3, 201—204.

6. Бударина Н. А., 1955. Об источниках заражения пшеницы
урой ржавчиной в Крыму. Тр. Крым. гос. комплекс. с. х. опытн.
танции, Симферополь, т. 1, 193—196 стр.

7. Васильева Л. Н., 1951. О биологии ржавчины зерновых
ультур в Приморском крае. Сообщения ДВ филиала АН СССР, в. 2,
5—19 стр.

8. Васильева Л. Н., 1951. Ржавчина хлебных злаков на Дальнем Востоке и борьба с ней. Комаровские чтения, в. 3, 23—42 стр.
9. Васильева Л. Н., 1953. Ржавчина хлебных злаков в Приморском крае и меры борьбы с ней. Приморское кн. изд., Владивосток, 38 стр.
10. Горленко М. В., 1948. Ржавчина хлебных злаков и меры борьбы с ней, Сельхозгиз, М., 38 стр.
11. Грушевой С. Е. и Маклакова Г. Ф., 1934. Ржавчина зерновых культур и меры борьбы с ней. Сельхозгиз, М., 39 стр.
12. Johnson T., Green C. I. 1952. Overwintering of uredospores of rye stem rust in Manitoba. Phytopathology, Baltimore, Md., vol. 42, № 7, pp. 403—404.
13. Кузьмичев С. В., 1936. Ржавчина хлебов в районах Северо-Кавказского края и меры борьбы с ней. Севкавгиз, Пятигорск, 55 стр.
14. Лавров Н. Н., 1926. Ржавчина хлебных злаков в пределах б. Томской губернии и Алтая, Бюлл. Томск. Агроном. секции союза работников Земли и Леса, № 1, 3—16 стр.
15. Лавров Н. Н., 1951. Флора грибов и слизевиков Сибири, в. 5. Очерк микофлоры злаков Сибири. Тр. Томск. Гос. Университета, том 113, серия биологическая, 105 стр.
16. Наумов Н. А., 1940. Болезни сельскохозяйственных растений, Сельхозгиз, М.—Л., 566 стр.
17. Новиков М. А., 1907. Ржавчинники наших хлебных растений. Сельское хозяйство и лесоводство. СПБ, том 224 № 3, стр. 309—339; № 4, стр. 42—62 и № 5, стр. 208—250.
18. Пивкина А. Ф., 1951. К перезимовке на Дальнем Востоке линейной (стеблевой) ржавчины пшеницы (Puccinia graminis f. sp. tritici) уредоспорами. Сообщения ДВ филиала АН СССР, в. 2, 11—15 стр.
19. Пивкина А. Ф., 1952. К перезимовке на Дальнем Востоке стеблевой (линейной) ржавчины пшеницы уредоспорами. В кн.: Вопросы земледелия на Дальнем Востоке СССР, М., 64—68 стр.
20. Полозова Е. С., 1955. О возможности перезимовки уредоспор линейной ржавчины пшеницы в Приморском крае. Сообщения ДВ филиала АН СССР, в. 2, 68—70 стр.
21. Пудовкин А. М., 1947. Ржавчины хлебов и борьба с ними. Краевое кн. изд., Ставрополь, 42 стр.
22. Русаков Л. Ф., 1925. Из исследований по ржавчине хлебов в Амурской губ. в 1925 г. Болезни растений. Вестник Отдела Фитопатологии Главн. Ботанич. Сада, стр. 128—136.
23. Русаков Л. Ф., 1926. Обследование крестьянских пшениц Южного Приморья на поражаемость их стеблевой ржавчиной в 1926 г. Изв. Прим. обл. с. х. опытн. станции, в. 3(6), стр. 98.
24. Русаков Л. Ф., 1927. Ржавчина хлебов в Дальне Восточном крае по данным анкеты за 1925 г. Материалы по микологии и фитопатологии, том 6, в. 1, 96—122 стр.
25. Русаков Л. Ф., 1927. Ржавчина хлебов на Дальнем Востоке, г. Благовещенск, 35 стр.
26. Чумаков А. Е. 1952. Проявление бурой и линейной ржавчины на некоторых злаках в условиях изоляции от воздушной инфекции. В кн.: Кр. отчет о научно-исследов. работе за 1951 г., Владивосток, стр. 47—59.
27. Шитикова-Русакова А. А., 1927. Вопрос о занос ржавчинной инфекции в Амурскую обл. Материалы по микологии и фитопатологии, том 6, в. 1, 13—17 стр.
28. Шумиленко Е. П., 1957. Перезимовка стеблевой ржавчины (Puccinia graminis Pers) в условиях Свердловской области. Бот. журнал, т. 42, в. 1, 95—97 стр.

К. М. СТЕПАНОВ.

ВЛИЯНИЕ СОРТА И ПОГОДЫ НА РАЗВИТИЕ БУРОЙ РЖАВЧИНЫ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Интенсивность поражения пшеницы ржавчиной значительно колеблется. Выяснению причин колебаний посвящено большое количество работ. Тем не менее не все ясно в этом отношении, и дальнейшие исследования необходимы.

Данная работа посвящена некоторым деталям влияния сорта яровой пшеницы и погоды на динамику бурой ржавчины. В исследованиях, проводившихся в Ленинграде, мы применяли 12 сортов пшеницы и расу 20 Puccinia triticina Erikss.

Как известно, для заражения ржавчиной при данной температуре необходима определенная продолжительность увлажнения листьев. Мы пытались выяснить, с какой скоростью происходит заражение пшеницы и насколько удлинение увлажнения во время заражения увеличивает проявляемость ржавчины при том или ином сочетании температуры и сорта.

Таблица 1

Минимальная продолжительность увлажнения листьев сеянцев пшеницы (в часах), необходимая для заражения бурой ржавчиной

Сорта \ Температура воздуха °Ц	5	10	15	20	25
Лютесценс 062	7	5	3	4	4
Штрубе	7	4	4	4	4
Мильтурум 0162	7	4	4	4	4
Мильтурум 0321	7	3	4	4	4
Саррубра	7	5	4	4	4
Эритроспермум 0341	7	5	3	4	4
Цезиум 0111	7	5	4	4	4
Маркиз	7	4	4	4	3
Тэтчер	7	4	4	2	4
Гордеиформе 0432	7	5	5	4	3
Меланопус 069	7	5	4	4	4
Гордеиформе 010	7	5	4	4	4
Среднее	7	4,5	3,9	3,8	3,8

Растения в фазе 1-го листа после инокуляции уредоспоровой суспензией выдерживались во влажной камере разные сроки при определенной температуре. Затем, после подсушивания капель суспензии, растения оставлялись в оранжерее. Подобные опыты ставились также в фазу колошения на сортах Лютесценс 062, Маркиз, Меланопус 069 и Гордеиформе 010. Результаты опытов в разных фазах были практически одинаковы.

Из таблицы 1 видно, что минимальная продолжительность увлажнения листьев, необходимая для заражения бурой ржавчиной, мало варьирует по сортам пшеницы. Это создает впечатление, что сорта обладали почти одинаковой сопротивляемостью к проникновению паразита.

Однако, как видно из таблицы 2, с удлинением увлажнения в период заражения увеличивается последующая проявляемость пустул. В этом отношении уже резко сказываются различия между сортами.

Из приведенных данных видно, что скорость инфекции пшеницы ржавчиной зависит от температуры. По мере повышения последней в период заражения уменьшается необходимая для него продолжительность увлажнения.

От температуры зависит также интенсивность заражения. Это видно из того, что при одной и той же продолжительности увлажнения во время заражения количество проявляющихся пустул было различным, в зависимости от температуры. В этом отношении наиболее благоприятными оказались температуры в 15—25° (см. табл. 2).

Наконец, на заражение оказывают большое влияние сортовые особенности пшеницы. Так, пшеницы Лютесценс 062, Мильтурум 0321, Эритроспермум 0341, Маркиз и Гордеиформе 0432 могли заражаться уже при трехчасовом увлажнении, а Штрубе, Мильтурум 0162, Саррубра и другие — начиная только с четырехчасового увлажнения. Тэтчер мог заражаться даже при двухчасовом увлажнении. Следует отметить, что длительность сохранения капель влаги на растениях разных сортов несомненно бывает неодинаковой, в зависимости от морфологических особенностей листьев и габитуса растений. Следовательно, не при каждом дожде или росе различные сорта заражаются одновременно и в одинаковой степени.

Таким образом, частота заражений, а с нею и интенсивность проявления ржавчины, зависят от сорта, температуры и продолжительности увлажнения. Все это варьирует, и соответственно этому колеблется пораженность пшеницы ржавчиной.

Для некоторых видов ржавчины хлебов ранее мы установили зависимость продолжительности уредогенерации от тем

Таблица 2

Продолжительность увлажнения листьев сеянцев пшеницы во время заражения и проявляемость бурой ржавчины
(среднее количество пустул на 1 лист).

Продолжит. увлажнен. (в часах) / Температура °Ц	2	3	4	5	6	7	8	2	3	4	5	6	7	8
	Лютесценс 062							**Маркиз**						
5				0	0	0,1	0,3				0	0	0,3	0,1
10		0	0	0,3	2,7									
15		0,1	0,7	5,6	25,0				0	0,5	3,6	4,6		
20	0	0	1,3	5,7				0	0	0,8	3,5			
25	0	0	0,9	4,4				0	0,2	1,3	5,6			
	Меланопус 069							**Гордеиформе 010**						
5				0	0	0,1	0,4				0	0	0,5	0
10		0	0	0,1	1,1				0	0	0,6	1,7		
15		0	0,3	3,0	4,9				0	0,4	2,1	1,5		
20	0	0	0,8	2,9				0	0	1,2	3,1			
25	0	0	0,4	1,2				0	0	0,7	1,2			

Примечание: Подобная картина наблюдается на остальных восьми сортах.

пературы воздуха[1]. Подобную работу и по той же методике мы провели в отношении расы 20 P. triticina и различных сортов яровой пшеницы. Опыты ставились в фазу сеянцев и, дополнительно, на 4 сортах в фазу колошения (Лютесценс 062, Маркиз, Меланопус 069 и Гордеиформе 010). Заметных различий между этими фазами не было отмечено. На табл. 3 приводятся суммы тепла, вычисленные нами на основе экспериментальных данных.

Таблица 3

Суммы тепла для прохождения уредогенерации расы 20 P. triticina **на сеянцах пшеницы**

Сорта	Нижний порог (к)	Сумма тепла (С)	Сорта	Нижний порог (к)	Сумма тепла (С)
Лютесценс 062	2,7	92	Цезиум 0111	2,1	97
Штрубе	2,2	96	Маркиз	1,5	100
Мильтурум 0162	2,3	95	Тэтчер	2,8	93
Мильтурум 0321	1,4	100	Гордеиформе 0432	2,2	98
Саррубра	1,4	100	Меланопус 069	1,4	108
Эритроспермум 0341	2,2	96	Гордеиформе 010	1,8	147

Примечание: Для установления продолжительности уредогенерации пользуются формулой $t = \frac{C}{T-k}$, в которой t — продолжительность уредогенерации (в днях); С — сумма тепла; Т — наблюдаемая температура и к — нижний порог.

Таблица 4

Отклонения в продолжительности уредогенерации P. triticina **(% случаев) от Саррубра**

Сорта / Отклонения в днях	Лютесценс 062	Штрубе	Мильтурум 0162	Мильтурум 0321	Эритроспермум 0341	Цезиум 0111	Маркиз	Тэтчер	Гордеиформе 0431	Меланопус 069	Гордеиформе 010
> +2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7
+2	0	0	0	0	0	0	0	1	4	1	21
+1	8	10	17	5	12	14	6	9	27	38	48
0	88	85	79	88	85	82	86	86	68	60	24
—1	4	5	4	7	3	4	8	4	1	0	0
—2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

[1] См. 1) Изв. Высш. Курс. Прикл. Зоол. и фитопатологии, 1940, X, 115—125 и 2) Вестн. Защиты Растений, 1940, 4, 132—134.

Насколько различаются между собой сорта по продолжительности уредогенерации возбудителя бурой ржавчины? Об этом можно судить непосредственно по результатам многочисленных опытов по заражению. Поскольку каждый раз все сорта инокулировались одновременно, то их можно сравнивать в указанном отношении. Для сравнения мы взяли пшеницу Саррубра. По каждому сорту отдельно группировались случаи совпадений с Саррубра (одинаковая продолжительность уредогенераций) и отклонений в ту или иную сторону на 1 день и более. Эти случаи представлены в табл. 4 в виде % относительно общего количества опытов.

Как видно из табл. 4, на мягких пшеницах (Лютесценс—Тэтчер) возбудитель бурой ржавчины в подавляющем большинстве случаев развивался с одинаковой скоростью. Что касается твердых пшениц, то на них паразит развивался во многих, а на Гордеиформе 010 – в большинстве случаев несколько медленнее, чем на мягких (см. рис. 1). Таким образом, в те-

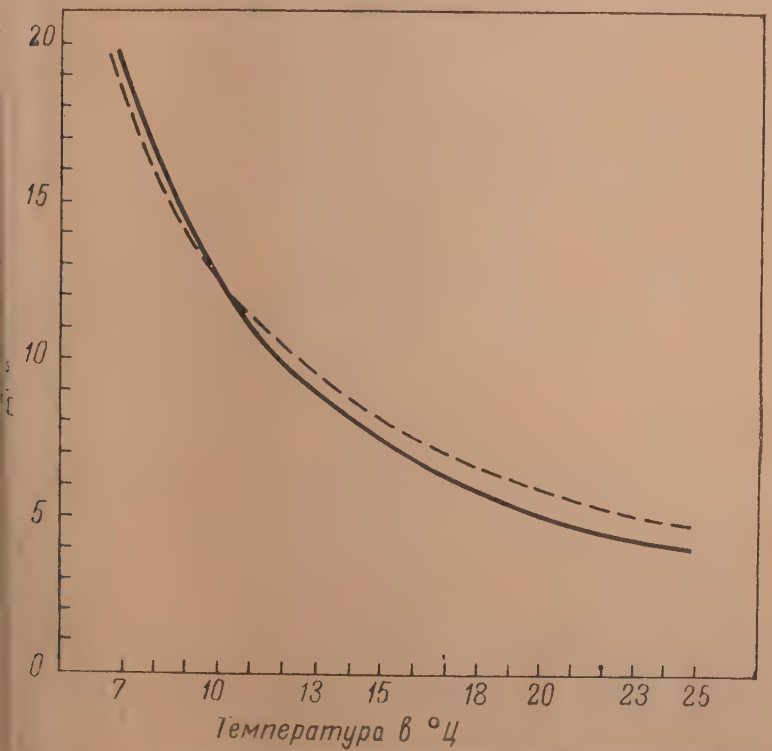


Рис. 1. Кривые периодов развития уредостадии возбудителя бурой ржавчины на разных сортах. Сплошная линия — средние по мягким пшеницам, прерывистая линия — средние по твердым пшеницам.

чение одного и того же вегетационного периода возбудитель бурой ржавчины может проходить различное количество уредогенераций, в зависимости от сорта пшеницы.

С другой стороны, продолжительность уредогенерации зависит от температуры. Так, если вычислить на основании приведенных выше сумм тепла продолжительность уредогенерации на Лютесценс 062, то при 10° она окажется равной 12,6 дня, при 15° — 7,5 дня, а при 25° — 4,1 дня. Поскольку температура колеблется по годам и районам, это также приводит к разнообразию в количестве генераций гриба на одном и том же сорте пшеницы.

В быстроте размножения паразита важную роль играет его плодовитость. Представление о плодовитости возбудителя бурой ржавчины в известной мере дают типы инфекции: при типе инфекции, оцениваемом баллом 4, плодовитость гриба бывает значительно выше, чем, например, при типе 2 или 1.

Преобладающая часть испытывавшихся мягких пшениц проявляла тип 4 в различные фазы. На сортах Маркиз и Тэтчер и, до некоторой степени, Цезиум 0111 в фазу колошения тип инфекции смещался в сторону 2. Пшеница Гордеиформе 010 проявила тип, оцениваемый в пределах 2—0. У Меланопус 069 и Гордеиформе 0432 отмечался неустойчивый тип инфекции. Таким образом, на различных сортах гриб проявляет различную плодовитость. На ряде сортов она изменяется также с возрастом растений.

Таблица 5

Тип инфекции бурой ржавчины (раса 20) на сеянцах пшеницы при разных температурах

Сорта \ Температура воздуха °Ц	7—10	10—13	13—16	16—19	19—22	22—25	25—28
Лютесценс 062	4	4	4	4	4	4	4
Меланопус 069	X+	4(2)	4(2)	X+	X+	X+	X+
Гордеиформе 0432	4(2)	4(2)	4(2)	X+	X+	X+	X+
Гордеиформе 010	4(2)	X—	2—0	2—0	2—0	0—2	0—2

Примечания: 1) Поведение остальных мягких пшениц было подобно таковому сорта Лютесценс 062; 2) Типы инфекций (предложены В. Ф. Рашевской): X+ ... на листьях наблюдаются все типы, но преобладает 4; X— ... наблюдаются все типы, но преобладают пустулы типа 2 и некротические пятна типа 0; 4(2)... реакция напоминает типичную 4, но на листьях наблюдается общий хлороз — показатель известной степени устойчивости.

Помимо сорта и возраста растений, плодовитость гриба зависит и от других факторов. В наших опытах мы отмечали на некоторых сортах изменение типа инфекции в зависимости от температуры. Опыты, результаты которых приводятся в таблице 5, показали, что на мягких пшеницах, в пределах температуры от 7 до 28°, тип инфекции оставался неизменно равным 4. Практически не было изменений у Меланопус 069 и Гордеиформе 0432. У Гордеиформе 010 отмечена тенденция к повышению устойчивости с повышением температуры. Следовательно, на сортах, подобных Гордеиформе 010, при повышении температуры плодовитость гриба несколько уменьшается.

Приведенные данные показывают, что плодовитость P. triticina в той или иной степени колеблется в зависимости от сорта и температуры. Это также сказывается на пораженности пшеницы ржавчиной.

Рассмотренные данные показывают важную роль сорта в динамике ржавчины. Различные свойства сорта определяют вероятность заражения растений при тех или иных условиях погоды, быстроту прохождения генераций гриба и его плодовитость. Таким образом, сорта определяют быстроту размножения паразита, и от этого зависит быстрота нарастания болезни и интенсивность поражения. Одни сорта можно назвать накопителями ржавчинной инфекции: Саррубра, Мильтурум 0321, Штрубе и др. Они по всем показателям благоприятствуют быстрому размножению возбудителя бурой ржавчины и, соответственно этому, наиболее сильно поражаются этой болезнью. Такие сорта составляют основной фон ржавчинной эпифитотии.

Другие сорта по всем показателям затрудняют размножение паразита, и они поражаются бурой ржавчиной слабо: Меланопус 069, Гордеиформе 010. Остальные сорта занимают промежуточное положение: по одним показателям они благоприятствуют размножению гриба, по другим — нет.

Выше мы показали роль сорта в размножении возбудителя бурой ржавчины. С другой стороны, было показано влияние температуры и влажности на отдельные этапы развития паразита. Факторы погоды особенно подвержены колебаниям, и в своих исследованиях мы пытались показать, насколько годовые колебания температуры и осадков, определяя быстроту размножения гриба, влияли на пораженность пшеницы ржавчиной.

Вегетацию яровой пшеницы можно разбить на 2 подпериода: вегетативный (всходы – колошение) и репродуктивный (колошение – созревание). Травостой пшеницы в основном сформировывается к колошению. В нем создаются обычно более благоприятные условия увлажнения листьев, чем в ранние фазы вегетации. При обилии заразного начала к этому моменту обычно создаются предпосылки к массовому развитию бу-

рой ржавчины. По-видимому, чем больше размножится паразит к этому моменту, тем более вероятна массовая вспышка болезни.

Можно предполагать, что одним из показателей быстроты размножения паразита должна быть сумма его генераций за вегетативный подпериод: в этой сумме отражаются повторяемость заражений и скорость прохождения уредогенераций. Для проверки этого предположения был поставлен опыт в оранжерее с 4 сортами по следующей схеме.

а — С фазы 1-го листа, через каждые 2 дня, растения опрыскивались густой суспензией уредоспор и оставлялись во влажной камере на 15—16 часов. Затем, с момента появления первых пустул, также через каждые 2 дня, производилось рассеивание их спор путем помахивания над растениями листом плотной бумаги. Растения оставались некоторое время в спокойном состоянии, затем опрыскивались водой (без спор) и оставлялись на 15—16 часов во влажной камере.

б — Подобно варианту «а», но инокуляции проводились через каждые 4 дня.

в — Инокуляции проводились через каждые 8 дней.

г — Подобно варианту «а», но первые инокуляции (до появления первых пустул) проводились разбавленной суспензией спор.

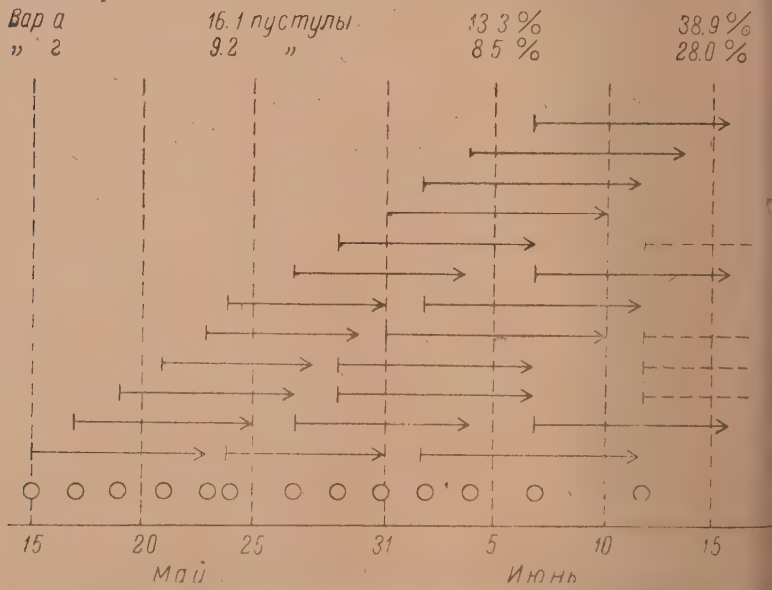


Рис. 2. Схема уредогенераций возбудителя бурой ржавчины пшеницы Лютесценс 062
стрелки — уредогенерации,
кружки — дни заражений.

Периодически проводились учеты ржавчины. Ко дню каждого учета устанавливалась сумма генераций по схеме, представленной на рис. 2. Для каждого дня заражения, с помощью сумм тепла[1], устанавливались ступенчато генерации, как результаты первичных заражений. Затем для каждой первичной генерации устанавливались последующие генерации как результаты вторичных заражений. В итоге получилась серия параллельных рядов уредогенераций. Общая сумма генераций, законченных к данному сроку учета, характеризует быстроту размножения паразита. Результаты соответствующих подсчетов представлены в табл. 6.

Как видно из этой таблицы, в каждом варианте опыта и по каждому сорту пораженность растений последовательно увеличивалась по мере нарастания сумм генераций паразита. Однако последовательное увеличение ржавчины и общая пораженность ею были различны по сортам. Наиболее быстро увеличивалась пораженность на восприимчивом сорте Лютесценс 062 и наименее — на устойчивом сорте Гордеиформе 010.

Помимо сумм генераций гриба и устойчивости сорта, в динамике ржавчины играет роль исходное количество заразного начала. Это видно в результате сравнения между собой вариантов «а» и «г». В последнем случае для первичных заражений применялось уменьшенное количество спор, в результате чего впервые появились, в среднем на 1 лист, 9,2 пустулы, тогда как в варианте «а» — 16,1 пустулы. Благодаря этому, в варианте «а» ржавчина нарастала быстрее, хотя в обоих вариантах частота инфекций и соответственно суммы генераций паразита были одинаковыми. Правда, в нашем опыте имело место дальнейшее выравнивание вариантов в отношении пораженности. Это понятно, если учесть высокую плодовитость гриба. Тем не менее, различия в исходном количестве заразного начала вызывают различия в темпах нарастания болезни, а это сказывается на размерах ее вреда.

Были поставлены также деляночные опыты в естественных условиях. 15 мая 1939 и 1940 гг. высевались семена пшеницы. Вскоре после появления всходов на каждую деляночку помещалось по 1 маленькому вазону с 4—5 растениями пшеницы, обильно пораженными бурой ржавчиной. Вазоны удалялись после появления ржавчины на делянках. Проводились наблюдения за первым появлением пустул на каждом сорте пшеницы, затем — учеты поражения. Полученные данные представлены в таблице 7.

Развитие ржавчины в 1939 г. резко отличилось от такового в 1940 г. В первом случае пустулы впервые появились через 15—21 день после всходов. Следовательно, как это было установлено по суммам тепла, первая инфекция произошла через

[1] Метод см. в Вестн. Защиты Растений, 1940, 5, 104—124.

Таблица 6

Динамика пораженности пшеницы бурой ржавчиной в зависимости от сумм генераций паразита
(первая инфекция 15 мая)

Варианты опыта / Даты учета	а			б			в			г		
	сумма генераций	количество пустул на 1 лист	% поражения	сумма генераций	количество пустул на 1 лист	% поражения	сумма генераций	количество пустул на 1 лист	% поражения	сумма генераций	количество пустул на 1 лист	% поражения
Лютесценс 062												
26.V	2	16,1	—	1	11,2	—	1	11,1	—	2	9,2	—
5.VI	9	—	13,3	5	—	14,4	2	—	6,6	9	—	8,5
16.VI	21	—	38,9	9	—	28,2	5	—	11,3	21	—	28,0
Маркиз												
26.V	2	15,1	—	1	7,5	—	1	3,9	—	2	6,3	—
5.VI	9	—	9,2	5	—	3,3	2	—	1,9	9	—	2,7
16.VI	21	—	19,4	9	—	10,4	5	—	4,2	21	—	11,9
Меланопус 069												
26.V	2	8,5	—	1	1,6	—	1	2,8	—	2	0,7	—
5.VI	9	—	3,4	5	—	1,5	2	—	0,8	9	—	0,7
16.VI	21	—	9,7	9	—	2,9	5	—	1,7	21	—	2,0
Горденформе 010												
26.V	2	7,0	—	1	5,9		1	14,6	—	2	3,3	—
5.VI	9	—	1,8	5	—	1,0	1	—	1,0	9	—	1,5
16.VI	17	—	5,0	9	—	2,5	5	—	2,2	17	—	3,1

Таблица 7

Сумма генераций P. triticina (раса 20) от всходов до колошения и % поражения ржавчиной

Сорта	1939				1940			
	сумма генераций	% поражения			сумма генераций	% поражения		
		14. VII	26. VII	7.VIII		15. VII	25 VII	2.VIII
Лютесценс 062	69	8	14	88	20	2	16	17
Штрубе	90	26	50	100	29	2	25	31
Мильтурум 0162	65	32	27	94	24	5	30	33
Мильтурум 0321	90	19	88	100	34	2	11	17
Саррубра	63	18	50	100	29	10	27	43
Эритроспермум 0341	86	16	25	100	19	3	16	17
Цезиум 0111	86	4	9	31	14	следы	5	11
Маркиз	90	4	10	57	21	1	18	12
Тэтчер	63	7	24	76	14	1	11	13
Гордеиформе 0432	82	17	22	46	22	2	22	20
Меланопус 069	61	8	15	25	21	следы	9	10
Гордеиформе 010	63	2	11	30	19	следы	6	10
Среднее	76	—	—	71	22	—	—	20

Примечания: 1) Молочная спелость в 1939 г. 26 июля — 4 августа, в 1940 г. — 17—30 июля. 2) 1-й учет проводился на пятых листьях (считая снизу), 2-й учет — на шестых и 3-й учет — на верхних листьях.

3—9 дней после всходов. К половине июля, через 6—12 дней после колошения, на пятых листьях (считая снизу) у многих сортов ржавчина достигала заметного развития. В дальнейшем поражение все более нарастало.

В 1940 г. первые пустулы появились только через 28—32 дня после всходов, а первое заражение произошло лишь через 16—23 дня после всходов. Это обстоятельство, а также более редкие дожди и росы в дальнейшем явились причиной медленного нарастания ржавчины. Так, к половине июля, т. е. через 6—13 дней после колошения, на пятых листьях ржавчина проявляла от следов до 10% поражения, тогда как в 1939 г. она к тому времени достигала уже 8—32%.

Причиной этих различий между двумя годами являлась погода. При более или менее одинаковых исходных количествах спор различная погода определила неодинаковую повторяемость заражений и быстроту прохождения отдельных генераций паразита. Это привело к различию в суммах его генераций. Для иллюстрации этого мы провели подсчеты сумм генераций для вегетативного подпериода (до колошения). От-

правным моментом для вычислений являлись дни первого заражения.

День первого заражения устанавливался по суммам тепла, исходя от дня первого появления уредопустул. За дни последующих заражений мы принимали те, в которых были дожди или росы. Отдельно для каждого дня, по описанному выше способу (см. рис. 2), устанавливались последующие генерации гриба, как результаты вторичных заражений. Те генерации, которые заканчивались к колошению, суммировались (см. табл. 7).

Суммы генераций могут служить для оценки сезонных условий погоды с точки зрения степени их благоприятствования развитию ржавчины. Как видно из табл. 7, в 1939 г. по всем сортам пшеницы было больше генераций гриба и соответственно выше пораженность ржавчиной, чем в 1940 г. Если взять пораженность верхнего листа пшеницы (по данным последнего учета, проводившегося примерно через месяц после колошения), то она, в среднем по всем сортам, оказалась практически равной сумме генераций до колошения.

Приведенные данные показывают, что сумма генераций гриба за вегетативный подпериод может являться одним из важных показателей интенсивности поражения ржавчиной в конце вегетации и, следовательно, показателем прогноза болезни.

Как было отмечено выше, для динамики бурой ржавчины яровой пшеницы имеет значение исходное количество спор, т. е. мощность источников заразного начала. Показателем последней может служить количество первично проявляющихся уредопустул.

Оба эти показателя — сумма генераций и исходное количество заразного начала — являются решающими для развития бурой ржавчины на данном сорте яровой пшеницы. Поэтому профилактика этой болезни должна сводиться, с одной стороны, к максимальному подавлению источников заразного начала и, с другой — к созданию условий, предотвращающих раннее первичное заражение посевов яровой пшеницы и уменьшающих частоту последующих заражений. Первое достигается проведением санитарных мероприятий на полях (уничтожение стерни, самосева и т. п.). Второе можно осуществить различными мерами: ускорением вегетации пшеницы (культура раннеспелых сортов, удобрение суперфосфатом), регулированием искусственного орошения в соответствующих случаях и пр.

В. Ф. РАШЕВСКАЯ
В. П. НИЛОВА

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЙ ПРОИЗРАСТАНИЯ ПШЕНИЦ НА ПОРАЖАЕМОСТЬ РАСТЕНИЙ В ПОСЛЕДУЮЩИХ ПОКОЛЕНИЯХ

Способность к изменению в процессе развития является неотъемлемым свойством живого организма. Условия среды оказывают существенное влияние на эту изменчивость.

Работой, проведенной нами в 1952—54 гг., установлено, что массовое появление ржавчины на посевах озимой пшеницы связано с определенным качеством физиологического состояния растения при переходе его осенью в фазу кущения, а летом в фазу цветения. Соответствующее качественное состояние обмена веществ пшеницы в эти фазы обусловлено определенными условиями внешней среды (питание, влага, температура, интенсивность и длительность инсоляции и проч.), в которых протекало развитие растений[1].

Исследованиями показано, что вследствие различий в условиях существования, созданных сроками высева семян, развитие растений идет в разных темпах, и содержание в листьях отдельных химических компонентов различно до конца вегетации этих растений, включая сформировавшиеся на них семена.

На значение сроков посева для биологических особенностей растений не только первого поколения, но и последующих, указывается в работах М. В. Кононенко и А. И. Задонцева. Ими показано, что семена собранные с посевов, произведенных в разные сроки, отличаются по степени озимости, морозостойкости и урожайности. Семена озимых пшениц с поздних сроков посева дают потомство, отличающееся большей морозостойкостью и продуктивностью, чем с ранних посевов (Задонцев и Кононенко, 1939; Кононенко, 1940; Кононенко, 1942).

Поскольку появление и интенсивность развития ржавчины на посевах пшеницы связано с физиологическим состоянием

[1] Неопубликованные данные.

растения-хозяина, мы считали необходимым выяснить ряд вопросов: связано ли с «биологическим качеством» материнских семян первое появление ржавчины на растениях, скорость ее нарастания и интенсивность развития; существенно ли отличаются по биохимическому составу вегетирующие растения из «разнокачественных» семян и в какой мере пораженность этих посевов ржавчиной зависит от биохимического состава этих растений.

Материалы и метод работы

Исследования были проведены в Ленинградской области на Экспериментальной базе ВИЗР в г. Пушкине. Работа велась с сортом озимой пшеницы — Пырейно-пшеничным гибридом № 599. Семена были взяты с посевов 1952 г., высеянных в различные сроки: 4.VIII; 1.IX; 1.X, т. е. с ранних, оптимальных и поздних сроков. Высев семян в 1953 г. был проведен также в 3 срока: 11.VIII; 25.VIII и 15.IX, т. е. в ранний, оптимальный и поздний для условий Ленинградской области сроки. Семена урожая озимой пшеницы, Пырейно-пшеничного гибрида № 599, собранные с растений разных сроков посева, отличались по абсолютному весу. Например, вес 1000 зерен урожая, собранного с посева, произведенного 4.VIII — 41,73 г, 1.IX — 41,95 г и 1.X = 45,40 г.

Самый высокий абсолютный вес имели семена с наиболее позднего срока посева. По нашему мнению, это объясняется тем, что при позднем посеве в процессе зимовки происходит большой выпад наиболее слабых растений. Поздний посев получается более изреженный, но состоит он из наиболее сильных, выносливых особей. При этом площадь питания для каждого растения получается большей, и эти растения развиваются более мощными и дают лучший налив зерна, чем растения на более ранних посевах.

Поэтому иногда, при благоприятных условиях года, несмотря на изреженность поздних посевов, суммарный весовой урожай зерна с них приближается к урожаю, собираемому с посевов, произведенных в оптимальные сроки.

По суммарному химическому составу семена, собранные с посевов, произведенных в разные сроки, также несколько отличались друг от друга: в семенах Пырейно-пшеничного гибрида № 599, собранных с посева, произведенного 4.VIII, сумма азотсодержащих веществ[1] была равна 2,04%, а с посевов 1.IX и 1.X — 2,15%.

Как известно, к полной спелости зерна процентное содержание в нем общего азота (и белка) несколько ниже, чем в фазу восковой спелости (Княгиничев, 1951). Поэтому, несмотря

[1] Содержание общего азота дано в % на сухое вещество зерна.

на то, что урожай снимался в фазе полной хозяйственной спелости, судя по различиям в содержании азотистых веществ, можно считать, что семена, собранные с посевов, произведенных поздно осенью, все же менее дозрелые, чем семена с посевов, произведенных в более ранние сроки.

Наблюдения за развитием ржавчины в полевых условиях и биохимические исследования, устанавливающие обогащенность тканей различными пластическими веществами, проводились с учетом сроков посева и фаз вегетации растений, выросших из семян различного физиологического качества.

Развитие ржавчины и биохимическая характеристика растений на посевах в осенний период 1953 г.

Прежде всего нужно указать, что нами не было отмечено различий в наступлении фаз развития растений, выросших из семян, взятых с различных сроков посева.

Осенью растения, выросшие из семян, взятых со сроков посева 4.VIII и 1.IX, внешне выглядели значительно лучше, чем растения, выросшие из семян более поздних сроков посева. В дальнейшем эти отличия сгладились.

Осенью 1953 г. посевы растений в опыте с разнокачественными семенами очень сильно были поражены бурой ржавчиной и несколько меньше — желтой (см. табл. 1).

Таблица 1

Процент растений Пырейно-пшеничного гибрида № 599, пораженных бурой ржавчиной осенью 1953 г., перед уходом их на зимовку

Семена, взятые со сроков посевов	Посев 11|VIII		Посев 25|VIII		Посева 15|IX	
	желтой	бурой	желтой	бурой	желтой	бурой
4.VIII-52 г.	81,3	100	35,8	100	1,8	49,1
1.IX-52 г.	79,6	100	25,5	92,0	4,3	44,9
1.X-52 г.	80,0	100	14,6	86,0	1,8	23,6

Развитие ржавчины шло в соответствии с онтогенезом развития самого растения и его листьев. Как правило, осенью ржавчина появлялась на растениях при переходе их в фазу кущения. Первое появление ржавчины наблюдалось на первом листе, затем на втором, третьем и т. д. При появлении ржавчины на четвертом листе она одновременно наблюдалась и на первом листе первого стебля кущения.

Биохимический анализ озимой пшеницы осенью производился в момент, когда на растениях каждого срока посева обнаруживалось начало кущения второго порядка. Таким образом, растения, высеянные 11.VIII, анализировались 15.IX, а растения посева 25.VIII поступили в анализ 29.IX. Растения посе-

ва 15.IX осенью не анализировались, т. к. они ушли на зимовку, не дойдя до фазы кущения второго порядка. Произведенные анализы обнаружили существенные количественные различия в химическом составе литьев растений из разнокачественных семян (см. табл. 2).

Таблица 2

Химический состав листьев Пыр.-пшен. гибрида № 599 осенью 1953 г.

Характеристика высеянных семян		Посев 11|VIII		Посев 25|VIII	
		сумма растворимых сахаров	общий азот	сумма растворимых сахаров	общий азот
		в % % на абс. сухое вещество			
от посева	4.VIII-52 г.	25,4	5,76	26,8	5,52
	1.IX-52 г.	19,2	5,72	23,3	5,05
	1.X-52 г.	16,3	5,36	20.5	4,99

Таким образом, при высеве пшеницы как в ранний, так и в оптимальный срок в фазу начала кущения второго порядка в листьях растений из семян от посева 1.X-52 г. содержание сахаров и общее количество азотистых веществ оказалось ниже, чем у растений из семян от посева 4.VIII-52 г. По-видимому, несмотря на более высокое содержание азотистых веществ в семенах, полученных с поздних посевов, синтез азотистых веществ в листьях и весь характер обмена веществ у этих растений несколько иной, чем у растений из семян от ранних сроков посева.

Как видно из данных осенних фитопатологических учетов (табл. 1), различное физиологическое состояние растений, выросших из разнокачественных семян при определенных условиях, улавливается ржавчинными грибами. Однако сущность этих связей сложна и, как будет показано ниже, не определяется простой обогащенностью тканей основными пластическими веществами.

Из таблицы 1 видно, что при высеве 11.VIII семян, собранных с ранних, оптимальных и поздних сроков посева, т. е. качественно различных, мы не наблюдали никаких различий в проценте пораженных растений перед уходом их на зимовку: во всех вариантах опыта все 100% растений были поражены бурой ржавчиной.

Процент пораженных желтой ржавчиной растений оказался несколько ниже, но он был практически одинаковым в 3-х вариантах опыта.

При высеве растений в оптимальный срок (25.VIII) растения всех вариантов опыта были также сильно поражены бурой

жавчиной. Несколько иная картина наблюдалась в отноше-
ии желтой ржавчины. Во-первых, общий % пораженных ра-
тений этого срока посева по всем вариантам был в 2 –5½ раза
иже по сравнению с пораженностью посевов от 11.VIII. Во-
торых, наибольший процент пораженных растений падает на
астения, выросшие из наиболее дозрелых семян, взятых со
рока посева 4.VIII-52 г. Как видно из таблицы 1, среди
астений, выросших из семян с более поздних сроков посева,
ыло значительно меньше пораженных.

При позднем сроке посева (15.IX) пораженность растений
урой ржавчиной была более чем в 2 раза ниже, чем на по-
евах, произведенных в ранний и оптимальный сроки. Причем
роцент пораженных растений, выросших из семян, взятых с
оздних сроков посева, был несколько ниже, чем с ранних.
Процент пораженных растений желтой ржавчиной был одина-
ово низок на всех вариантах опыта.

Таким образом, как при более раннем, так и более позднем
роке посева мы не наблюдаем разницы в проценте поражен-
ых растений желтой ржавчиной. В первом случае этот про-
ент равно велик для всех вариантов, во втором случае равно
ал. Первые два срока посева (11.VIII и 25.VIII) нивеллиру-
от интенсивность развития бурой ржавчины на растениях, вы-
осших из разнокачественных семян. Только оптимальный
рок посева для желтой и поздний срок для бурой ржавчины
аст некоторое различие в отношении интенсивности пораже-
ия ими растений.

Меньшая пораженность растений желтой ржавчиной при
осеве в 1953 г. в оптимальный срок (25.VIII) семенами, полу-
енными от позднего срока посева (в 1952 г.), а также мень-
ая пораженность бурой ржавчиной при посеве в 1953 г. в
оздний срок (15.IX) семенами, полученными от позднего по-
ева в 1952 г., указывает на то, что растения, выросшие из се-
ян более позднего срока посева, физиологически отличны от
астений, выросших из семян, взятых с более раннего срока
осева. Это также указывает на то, что желтая ржавчина в
том отношении более реактивна, чем бурая. Только при не-
лагоприятных условиях развития растений, определяемых
оздним сроком посева, бурая ржавчина могла уловить эти
изиологические различия в состоянии растений, выросших из
азличных семян. Следствием этого мы имеем снижение про-
ента пораженных растений у Пырейно-пшеничного гибрида
№ 599 на делянках, засеянных семенами, взятыми от поздне-
о срока посева. Следовательно, мы можем сказать, что виды
жавчины тонко реагируют на состояние растения-хозяина,
пределяемое различными условиями его развития.

**Развитие ржавчины и биохимическое состояние растений
шеницы в весенне-летний период 1954 г.**

После таяния снега ни в одном из вариантов опыта на пе-

резимовавших листьях не было обнаружено ни одного ви ржавчины.

Несмотря на то, что осенью 1953 г. посевы были силь поражены желтой ржавчиной, в весенне-летний период 1954 ни разу, ни в одном варианте опыта, не было отмечено ни о ного штриха этого вида. Желтая ржавчина как бы исчез с полей. Первое появление бурой ржавчины, в виде единичн пустул, было обнаружено только в июне.

Исследование, проведенное весной 1954 г., после выхо озимой пшеницы из-под снега, также обнаружило значител ные количественные различия в химическом составе узлов к щения растений из семян от разных сроков посева (с табл. 3).

Таблица 3

Химическая характеристика узлов кущения озимой пшеницы (Пырейно-пшеничный гибрид № 599) при выходе посевов из-под сне

(в процентах на сухое вещество)

Дата посева в 1950 г.	Образцы семян	Дата анализа	% сухого вещества	Сумма растворимых сахаров	Общий азот	Акти пост перо сидаз
11/VIII	от посева 4.VIII-52 г.		22,22	19,9	5,58	
	„ „ 1.IX-52 г.	19.IV 1954 г.	27,36	16,1	4,16	
	„ „ 1.X-52 г.		22,68	37,9	3,56	
25/VIII	от посева 4.VIII-52 г.	„	25,43	21,7	4,71	224
	„ „ 1.IX-52 г.		22,33	29,3	5,26	301
	„ „ 1.X-52 г.		24,73	33,3	4,32	307
15/IX	от посева 4.VIII-52 г.	„	24,19	26,9	4,83	
	„ „ 1.IX-52 г.		25,29	25,6	4,74	
	„ „ 1.X-52 г.		25,96	34,3	4,39	

Как видно из этих данных, после перезимовки в узла кущения растений, выросших из семян от позднего срока по сева (1.X-1952 г.), процентное содержание азотистых вещест ниже, чем у растений из семян от более ранних сроков посева а процентное содержание растворимых сахаров, наоборот значительно выше. Активность пероксидазы также оказалас выше в узлах кущения растений из семян от поздних сроко посева.

Эти различия неизменно наблюдались при всех трех сро ках высева изучавшихся семян: раннем (11.VIII-53 г.), опти мальном (25.VIII-53 г) и позднем 15.IX-53 г. (см. табл. 3).

[1] Активность пероксидазы выражена в мл N/$_{10}$ $KMnO_4$.

Процент пораженных бурой ржавчиной верхних листьев по трем последним учетам

Пырейно-пшеничный гибрид № 599 1954 г.

Сроки посева в 1953 г. и даты учета / Семена от посева	Посев 11 августа						Посев 25 августа						Посев 15 сентября					
	учет 5|VII		учет 13|VII		учет 22|VII		учет 5|VII		учет 13|VII		учет 22|VII		учет 5|VII		учет 13|VII		учет 22|VII	
	листья						листья						листья					
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
4.VIII-1952 г.	0	0	30	2	100	70	0	2	16	0	100	66	0	0	26	8	100	60
1.IX-1952 г.	0	0	20	0	100	88	0	0	24	0	100	94	0	0	16	12	100	48
1.X-1952 г.	0	0	20	2	100	70	2	0	32	4	100	60	0	0	24	4	100	60

Таблица 5

Процент пораженных растений и средняя интенсивность поражения листьев бурой ржавчиной сорт Пырейно-пшеничный гибрид № 599, 1954 г.

Семена, взятые со сроков посева 1952 г.	% поражений растений						Средняя интенсивность					
	даты учетов						даты учетов					
	10|VI	20|VI	27 VI	5|VII	13|VII	22 VII	10|VI	20|VI	27|VI	5 VII	13|VII	22|VII
Посев 11 августа												
4.VIII-1952 г.	0	0	0	0	32	100	0	0	0	0	0,54	46,2
1.IX-1952 г.	0	0	0	0	20	100	0	0	0	0	0,43	45,7
1.X-1952 г.	0	0	0	0	20	100	0	0	0	0	0,44	47,9
Посев 25 августа												
4.VIII-1952 г.	0	0	0	2	16	100	0	0	0	0,006	0,42	34,40
1.IX-1952 г.	0	0	0	0	24	100	0	0	0	0	0,07	34,20
1.X-1952 г.	0	0	0	2	34	100	0	0	0	0,006	0,48	53,3
Посев 15 сентября												
4.VIII-1952 г.	2	0	0	0	30	100	0,004	0	0	0	0,14	45,4
1.IX-1952 г.	0	0	0	0	28	100	0	0	0	0	0,10	40,7

Появление ржавчины на сроках посева 25.VIII и 15.IX бы-
о отмечено 10.VI в виде единичных пустул на нижних листь-
х (3—4 пустулы за весь период). Затем, в период с 5.VII по
3.VII, ржавчина появилась на всех сроках посева во всех
ариантах. За летний сезон было проведено 6 учетов. Инте-
есно отметить, что при развитии ржавчины в 1954 году мак-
имальное ее проявление падает на верхние 2 листа (см.
абл. 4).

До 5.VII на растениях в поле ржавчина почти не наблюда-
ась. 13.VII ржавчина сильнее проявилась на первом листе от
олоса (флаг-лист), и, как мы видим из табл. 4, процент
ораженных первых листьев больше, чем вторых, где этот про-
ент исчисляется единицами.

При последнем учете (22.VII) мы имеем уже 100% пора-
енных первых листьев. Процент пораженных вторых листь-
в сильно увеличивается, но все-таки далеко не у всех расте-
ий вторые листья оказались пораженными. К этому учету
орые листья уже начали отсыхать, и таким образом в 1954 г.
жавчина в поле ограничилась в основном верхним листом.

Процент пораженных растений и средняя интенсивность
ражения листьев представлены в табл. 5.

Из таблиц видно, что вспышка ржавчины произошла одно-
ременно во всех вариантах опыта. В учете 13.VII мы имеем
среднем 25% пораженных растений. Однако средняя интен-
ивность поражения на эту дату была низкая, равная десятым
даже сотым долям процента.

При учете 22.VII процент пораженных растений в поле
олностью нивеллируется, т. е. поражены все растения и сред-
яя интенсивность поражения листьев почти нивеллируется.

При высеве растений в ранний срок конечная интенсив-
ость поражения при учете 22.VII была совершенно одинако-
. При высеве в оптимальный и поздний сроки заметна не-
оторая разница между растениями, выросшими из семян от
оздного срока (1.X-1952 г.). При оптимальном сроке посева
ораженность растений из семян позднего срока несколько
ыше, а в неблагоприятный срок, т. е. при посеве 15.IX не-
олько ниже. Однако эти различия, хотя и подтверждают на-
чие некоторой физиологической неравнозначности растений,
они не настолько велики, чтобы признать их выходящими
пределы средней пораженности.

Исследования химического состава листьев растений, вы-
сших из разнокачественных семян, проводились по фазам
егетации озимой пшеницы, начиная с периода весеннего во-
зобновления вегетации и кончая фазой молочной спелости
емян. Результаты представлены на рисунках 1—5.

В Ленинградской области весна 1954 года была более за-
жная и холодная, чем в 1953 г. Так, например, в 1953 г. за
прель средняя минимальная температура была +1,1°, а мак-

симальная 9,4°. В апреле же 1954 г. средняя минимальная тем пература —1,4°, а максимальная 4,6°. Начало лета в 1954 году в Ленинградской области было более засушливо, чем в пре дыдущем году. Так, в мае 1953 года сумма осадков была 44,3 мм, а в 1954 г. 19,6 мм. За июнь 1953 г. сумма осадков бы ла 53,3 мм, а за тот же месяц 1954 года — 34,2 мм.

Обильное выпадение осадков в 1954 г. в Ленобласти на блюдалось после периода цветения озимых пшениц.

Вследствие недостатка осадков, отмирание листьев у ози мой пшеницы летом 1954 г. произошло быстрее, чем это обыч но наблюдается в Ленобласти.

Этим можно объяснить своеобразное развитие бурой ржав чины на посевах озимой пшеницы, на которые мы указывали выше.

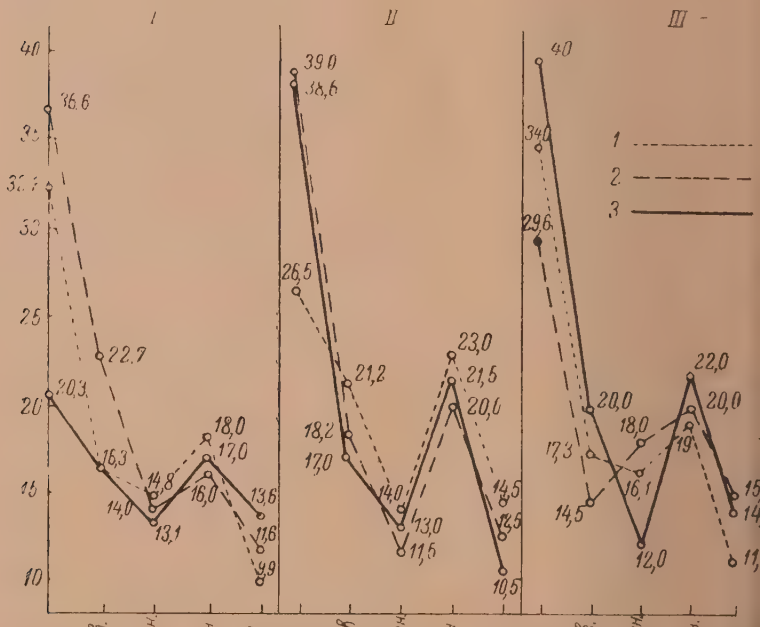


Рис. 1. Динамика растворимых сахаров в листьях озимой пшени цы Пырейно-пшеничный гибрид № 599 (в % % на сухое вещество)

I Семена с посева 4/VIII-52 г.
II Семена с посева 1/IX-52 г.
III Семена с посева 1/X-52 г.
1 ..... посев 11/VIII-53 г.
2 — — — — посев 25/VIII-53 г.
3 ——— посев 15/IX-53 г.

Особенности внешних условий не могли также не сказать-
на интенсивности протекания некоторых процессов обмена
озимой пшеницы. Обычно наблюдаемое нами в период коло-
ения — цветения озимой пшеницы временное повышение про-
ентного содержания сахаров в листьях, в 1954 г. было
ыражено менее значительно. Зато в 1954 г., в период колоше-
ия — цветения озимой пшеницы, чрезвычайно четко обнару-
ился кратковременный подъем процентного содержания сум-
ы азотистых веществ, характерно выраженный и у яровых
шениц (Нилова и Краснер, 1954). Динамика содержания в
истьях водорастворимых полифенолов («дубильных ве-

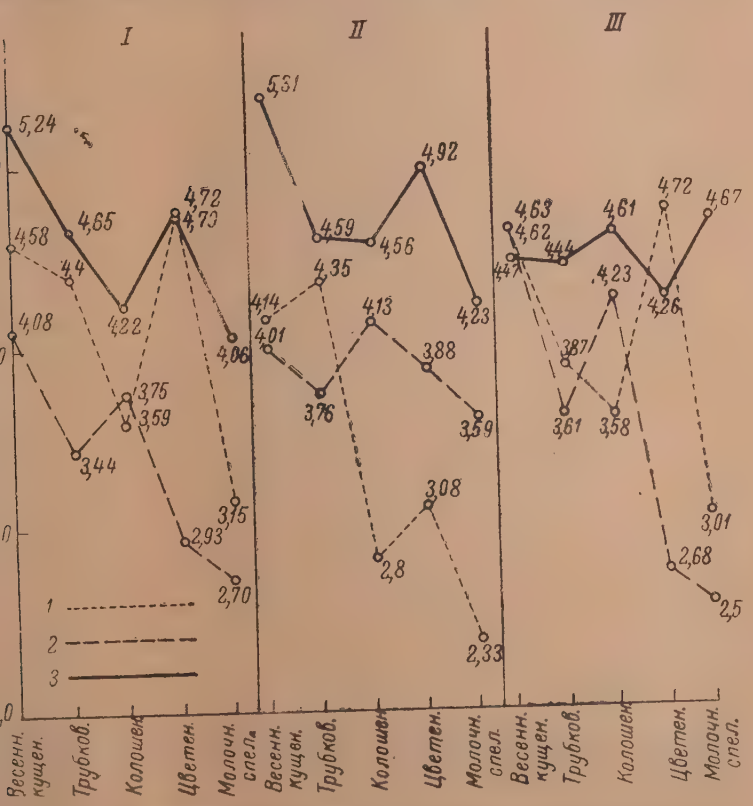


Рис. 2. Динамика общего азота в листьях озимой пшеницы Пы-
ейно-пшеничный гибрид № 599 (в % % на сухое вещество)

I Семена с посева 4/VIII-52 г.
II Семена с посева 1/IX-52 г.
III Семена с посева 1/X-52 г.
1 ..... посев 11/VIII-53 г.
2 ———— посев 25/VIII-53 г.
3 посев 15/IX-53 г.

ществ»), хлорофилла, каротиноидов и активность пероксидазы имела обычный для пшеницы характер (Нилова и Краснер, 1954 и неопубликованные данные первого автора).

Количественные различия в содержании химических веществ в листьях растений, выросших из «разнокачественных» семян, в отдельные фазы вегетации пшеницы бывают очень значительны. Например, при высеве «разнокачественных» семян 11.VIII в листьях растений из семян от посева 4.VIII-52 г. общего азота в фазу цветения было 4,72%, из семян от посева 1.IX — 3,08%, а от посева 1.X-52 г. — также 4,72%. Однако амплитуда этих различий не перекрывает амплитуды колебаний содержания этих же веществ при высеве одних и тех же семян,

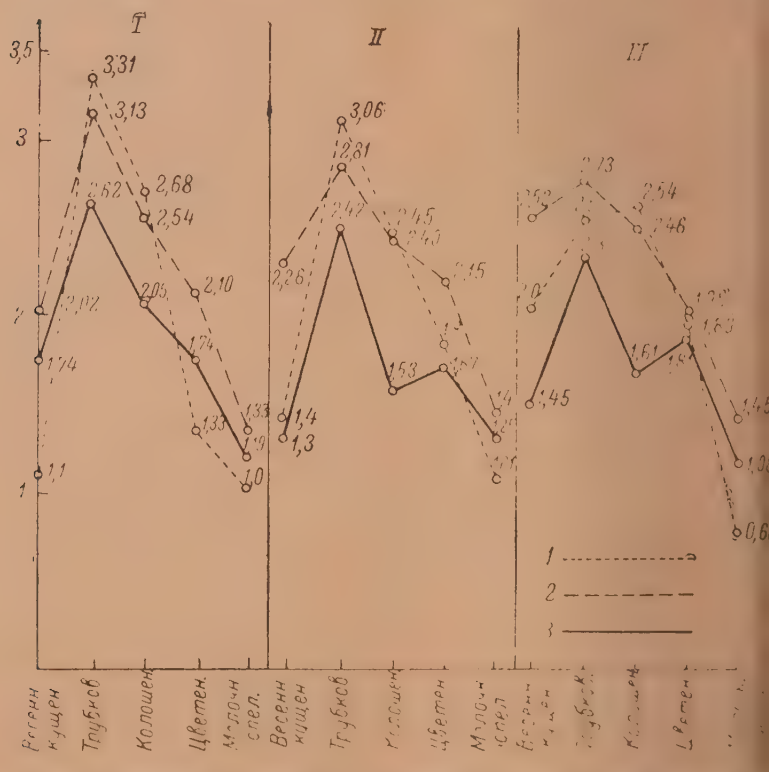
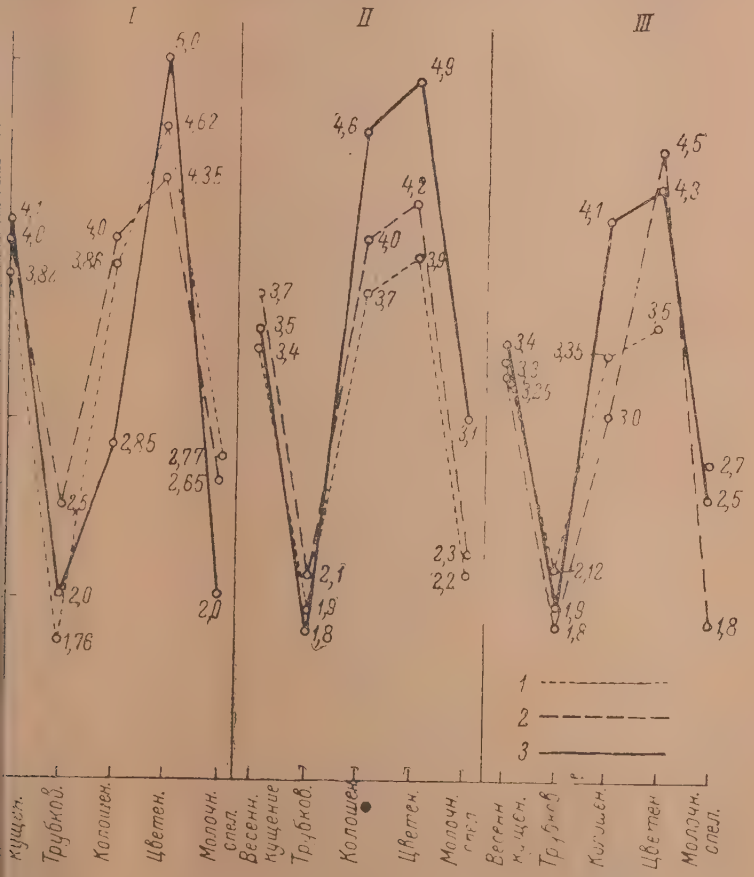


Рис. 3. Динамика «дубильных» веществ в листьях озимой пшеницы Пырейно-пшеничный гибрид № 599 (в % % на сухое вещество)

I Семена с посева 4/VIII-52 г.
II Семена с посева 1/IX-52 г.
III Семена с посева 1/X-52 г.
1 ..... посев 11/VIII-53 г.
2 ———— посев 25/VIII-53 г.
3 посев 15/IX-53 г.

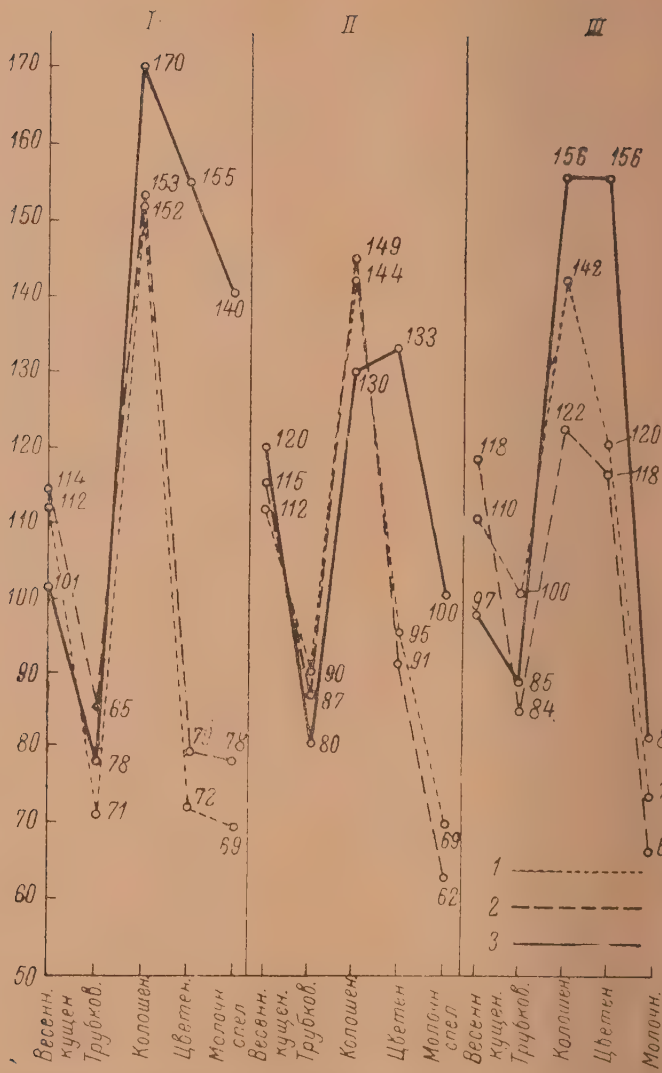
в разные сроки. Так, в фазу цветения в листьях пшеницы из
мян от посева 4.VIII-52 г. общего азота при высеве их
VIII было 4,72%, при высеве 25.VIII — 2,93%, а 15.IX —
0%.

Аналогичные примеры можно привести и по содержанию
угих химических компонентов листьев. Следовательно, на
мический состав листьев пшеницы условия вегетации дан-



Динамика хлорофилла в листьях озимой пшеницы Пырейно-пше-
ный гибрид № 599 (в % % на сухое вещество)

I Семена с посева 4/VIII-52 г.
II Семена с посева 1/IX-52 г.
III Семена с посева 1/X-52 г.
1 ..... посев 11/VIII-53 г.
2 — — — — посев 25/VIII-53 г.
3 посев 15/IX-53 г.



Динамика каротиноидов в листьях озимой пшеницы Пырейно-ш
пичный гибрид № 599 (в мг/% на сухое вещество)

I Семена с посева 4/VIII-52 г.
II Семена с посева 1/IX-52 г.
III Семена с посева 1/X-52 г.
1 ..... посев 11/VIII-53 г.
2 — — — — посев 25/VIII-53 г.
3 ——— посев 15/IX-53 г.

ого года оказывают более существенное влияние, чем пред-
шествующее одногодичное влияние условий произрастания
атеринского растения.

В условиях Ленобласти у озимой пшеницы, выросшей из
разнокачественных» семян (с разных сроков посева), кривые,
арактеризующие динамику содержания в листьях сахаров,
зотистых, «дубильных» веществ и проч., имеют одинаковую
аправленность (см. рисунки 1, 2, 3, 4, 5). Характер очерта-
ия кривых сохраняется при высеве этих семян как в одну и
ж календарную дату, так и при высеве в разные сроки.

Изменения процентного содержания отдельных химиче-
ких компонентов в листьях пшеницы в определенные фазы
егетации растения являются свойством онтогенеза пшенич-
ого растения. У растений из семян какого-либо определен-
ого качества эти изменения также обязательно наблюдают-
я, но амплитуда их и скорость их возникновения, в пределах
пределенного этапа развития, бывает различна. Например,
ри высеве образцов семян от посевов 4.VIII, 1.IX и 1.X-
952 г. в ранний срок (11.VIII-1953 г.) у всех растений, вы-
осших из этих семян, временное повышение процентного со-
ержания в листьях общего азота наблюдалось в фазу цве-
ения. При высеве же одних и тех же семян, например, от
VIII-52 г., но в разные сроки этот подъем процентного содер-
ания азота в листьях у растений, посеянных 11.VIII и 15.IX,
аблюдался в фазу цветения, а у растений, посеянных
5.VIII, — в фазу колошения.

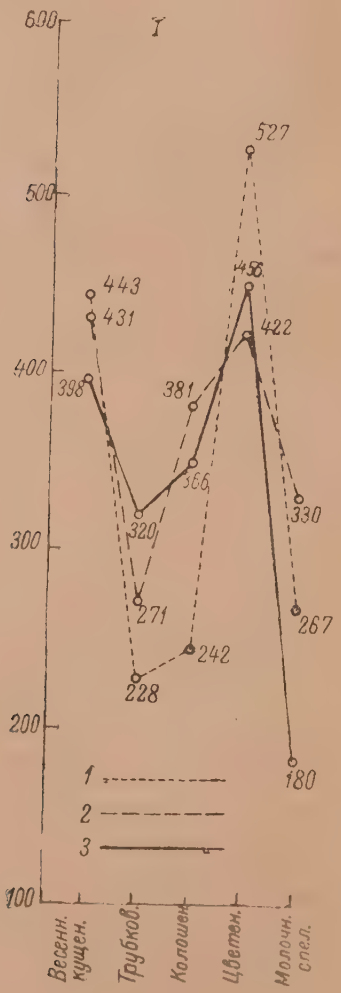
Таким образом, «разнокачественность» посевного мате-
иала не изменяет направленности онтогенетических процес-
в обмена, свойственной пшеничному растению.

Сопоставляя пораженность посевов озимой пшеницы бу-
ой ржавчиной с химическим составом листьев, мы видим,
о прямой, непосредственной зависимости процента поражен-
ых растений от определенного количественного содержания
ого или иного химического компонента в листьях нет. Поэто-
у, 100% пораженность посевов озимых пшениц бурой ржав-
ной и среднюю интенсивность поражения мы наблюдали в
азу конца цветения — молочной спелости, как при содержа-
ии в сухом веществе листьев 12,5% сахаров и 2,33% азоги-
ых веществ, так и при содержании 14,5% сахаров и 4,23%
зота.

По-видимому, для возникновения эпифитотии бурой ржав-
ины пшеницы (так же, как для желтой) ведущим, решаю-
им фактором является не количественное содержание в
истьях тех или иных пластических компонентов, а какие-то
обенности обмена веществ, свойственные пшеничному рас-
нию в определенные фазы развития и имеющие свою особую
ецифику в разных условиях внешней среды. Специфика этих
обенностей обмена пшеницы, возникающая как следствие

определенных условий, в которых проходит развитие расте ния, по-видимому, и определяет возможность возникновени эпифитотии той или иной ржавчины.

Таким образом, опыты, проведенные в Пушкине с высево биологически разнокачественного семенного материала, ука зывают на то, что одногодичная репродукция семян, собра ных с различных сроков посева, не ограничивает эпифитоти ного развития бурой ржавчины на растениях, выросших и этих семян, и не определяет сохранения и проявления желто ржавчины.



Динамика активности пероксидазы в листьях озимой пшеницы Пырейно-пшеничный гибрид № 599 (в мл 0,1N $KMnO_4$ на 1 г сухого вещества)

I Посев произведен 25/VIII-53 г.

1 ..... семена с посева 4/VIII-52 г.

2 ———— семена с посева 1/IX-52 г.

3 . . . . семена с посева 1/X-52 г.

ВЫВОДЫ

1. Биологические «качества» семян, возникающие как след-вие разных условий произрастания (разных сроков посева) атеринского растения, не являются причиной эпифитотийного роявления ржавчинных грибов на посевах пшеницы.

2. Условия развития материнского растения (срок посева) казывают существенное влияние на суммарный химический остав семян репродукции и на интенсивность процессов об-ена у растений, развивающихся из этих семян.

3. Более сильное влияние на химический состав листьев казывают условия вегетации текущего года, по сравнению с ногодичными предшествующими условиями произрастания атеринского растения.

4. Развитие ржавчинных грибов на посевах строго следует онтогенезом растения и возможно в пределах широкой ам-литуды суммарного химического состава вегетативных орга-в растения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Задонцев А. И. и Кононенко М. В. Зимостойкость и одуктивность озимой пшеницы в зависимости от сроков посева. тоги работ Украинского научно-исследовательского института зерно го хозяйства им. Куйбышева за 1939 г., ч. III, ст. 16.

2. Кононенко М. В. 1940. Влияние сроков посева озимой пше-цы на свойства семян. Доклады ВАСХНИЛ, вып. 3, ст. 3.

3. Кононенко М. В. 1942. Влияние сроков посева на природу имой пшеницы в последующих потомствах. Доклады ВАСХНИЛ, п. 1—2, ст. 41.

4. Княгиничев М. И. 1951. Биохимия пшеницы. Сельхозгиз.

5. Нилова В. П. и Краснер Б. А. 1954. Изменчивость био-мического состава листьев яровой пшеницы в онтогенезе растения. руды ВИЗР, ст. 194—202, Сельхозгиз.

Н. А. НАУМОВА

РАЗВИТИЕ PUCCINIA GLUMARUM ERIKSS. ET HENN. В СЕМЕНАХ ПШЕНИЦЫ

С целью уточнения все еще неясных вопросов биологи
P. glumarum и причин эпифитотий желтой ржавчины проведе
ны многочисленные анатомические исследования семян яро
вой и озимой пшеницы в эпифитотийные сезоны 1950—1952 г

Анатомические исследования были начаты с семенами ози
мой пшеницы урожая 1950 г. Сорт пырейно-пшеничный гиб
рид 599, репродукции Ленинградской области.

Рис. 1. Бороздка непораженного зерна.

Семена по внешнему виду распределены на группы: I — семена крупные, выполненные, без внешних симптомов ржавчины; II — семена среднего размера, слегка морщинистые и с заметными на глаз телейтопустулами, выступающими вдоль бороздки зерновки, главным образом в зоне зародыша; III — семена мелкие, щуплые, с телейтопустулами, сосредоточенными вдоль бороздки и вокруг зародыша.

Продольные и поперечные срезы через семена и проростки производились на замораживающем микротоме, что позволило изучать объекты без дополнительной обработки, вызывающей нередко появление артефактов. Неокрашенные срезы рассматривались в биологическом микроскопе с контрастно-фазовой установкой, а окрашенные в микроскопе Рейхерта при увеличении до 1125.

В I-й группе семян без внешних признаков ржавчины следов инфекции не обнаружено, за некоторыми исключениями, структура тканей нормальная (рис. 1).

Микроскопические срезы, проведенные через сотни семян II-й группы, дают типичную картину расположения уредо-телейтопустул в зерновке. Они залегают преимущественно в тканях плодовой оболочки вокруг зародыша и слегка приподнимают эпидермис; благодаря прозрачности последнего телейтопустулы просвечивают наружу. Основание пустул обращено к семенной оболочке (рис. 2).

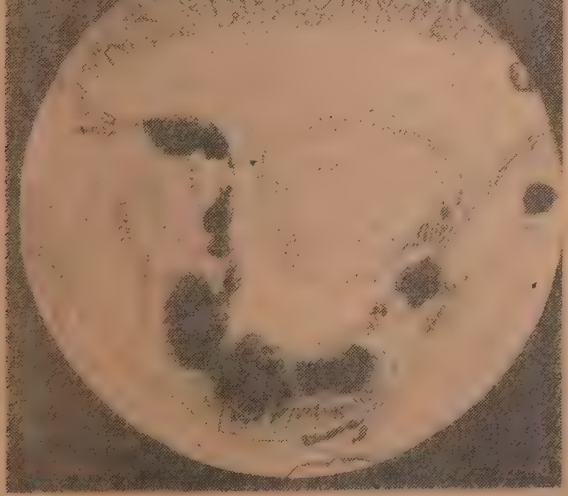


Рис. 2. Область зародыша и эндосперма. В плодовой оболочке обилие телейтопустул, окаймляющих зародыш.

Затем характерно расположение телейтопустул вдоль пучка проводящей сосудистой системы, по обеим сторонам бороздки (рис. 3). Этот тип локализации ржавчины в семенах

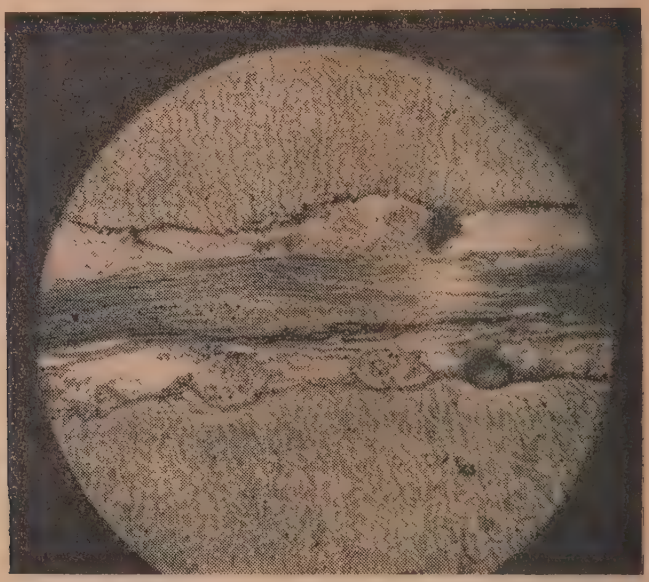


Рис. 3. Бороздка пораженного зерна. Уредопустулы и единичные телейтопустулы.

вполне совпадает с описанием, данным Эриксоном и Хеннингом (1896). Но мы наблюдали и иную патологическую картину. Часто уредо-телейтопустулы заходят за внутренний окрашенный пигментный слой семенной оболочки. Этот слой клеток представляет нечто вроде барьера, ограничивающего рядпустул, разбросанных в тканях перикарпия. Местами пустулы сдвигают пигментный слой, и он теряет нормальную правильную конфигурацию. Вместе с пигментным слоем сдвигается и прилегающий к нему алейроновый слой в сторону зародыша (рис. 4).

Пигментный слой иногда утончается или совсем исчезает и на месте его располагается основание незрелых телейтовместилищ. Во внутренних слоях перикарпия встречаются мелкие клубочки гиф ржавчины; окраска их желто-бурая и значительно бледнее сформировавшихся телейтопустул. Цвет зрелых телейтопустул очень сходен с желто-буро-красноватой окраской пигментного слоя.

Телейтопустулы встречаются и во внутренних тканях зерновки, как, например, в паренхимных тканях щитка. В одном

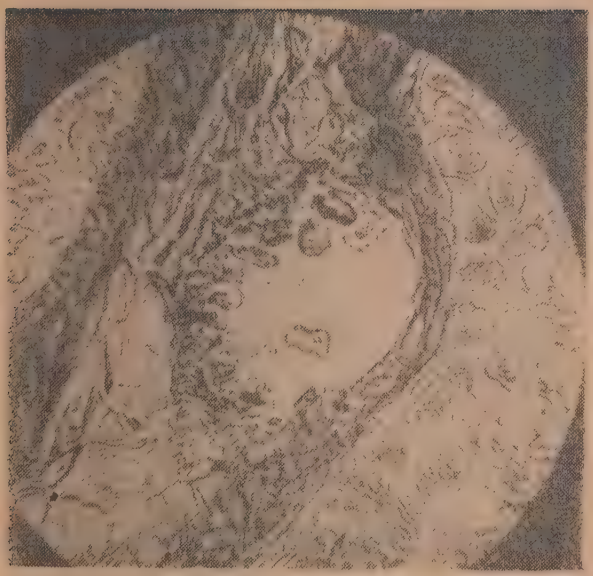


Рис. 4. Бороздка зерна. Деформация тканей, пораженных ржавчиной.

зерне были обнаружены уредовместилища в зародыше в области верхушечной меристемы (рис. 5). Как правило, ни в алейроновом слое, ни в эндосперме ржавчина не встречается. Только раз была обнаружена уредопустула в пигментном слое, которая сильно вдалась в эндосперм у щитка (рис. 6). Однако постоянно замечалось, что в зерновке с наличием телейтопустул нарушается связь между отдельными клетками эндосперма, и последний целиком отделяется от эпителия. В семенах чистых, без наличия телейтопустул, эндосперм составляет одно целое со щитком и при срезах они не отделяются друг от друга.

Размеры телейтопустул резко изменяются в зависимости от места локализации в тканях зерновки.

Величина телейтопустул (мал. увеличение) в плодовой оболочке 52,5 245×52,5 175 μ; в зоне бороздки 87,5 210×70 157,5 μ; в пигментном слое 70 195,5×35 —122,5 μ.

Уредопустулы в зрелых семенах встречаются реже и только в тех, где имеются уже телейтопустулы. Уредопустулы одиночные, изолированные.

В период прорастания семян наблюдается ряд изменений в телейтопустулах, залегающих в плодовой оболочке. При на-

Рис. 5. Образование уредовместилища в зоне зародыша.

бухании семян, заложенных во влажную камеру, трогается в рост и гриб. Короткие бурые отростки, отходящие от основания телейтопустул, начинают вытягиваться в длину (рис. 7). Зрелые телейтоспоры легко выскакивают из телейтопустул (чего нельзя было ранее достигнуть при надавливании препаровальной иглой на покровное стекло). Изменяется и вид самих спор: вместо сморщенного гомогенного содержимого четко обрисовываются контуры ядер и др. включений, сильно преломляющих свет (рис. 8). Очевидно, происходит деление протопласта. На срезах после суточного пребывания в воде часто наблюдалось возникновение в телейтоспорах и выход наружу округлых бесцветных телец с маленьким ядрышком внутри. Реже наблюдалось прорастание этих телец в небольшие тонкие ростки и лизис оболочек телейтоспор. Природа телец не выяснена.

Постоянно отмечается образование сильно разветвленной бесцветной грибницы, берущей начало из телейтопустул. По

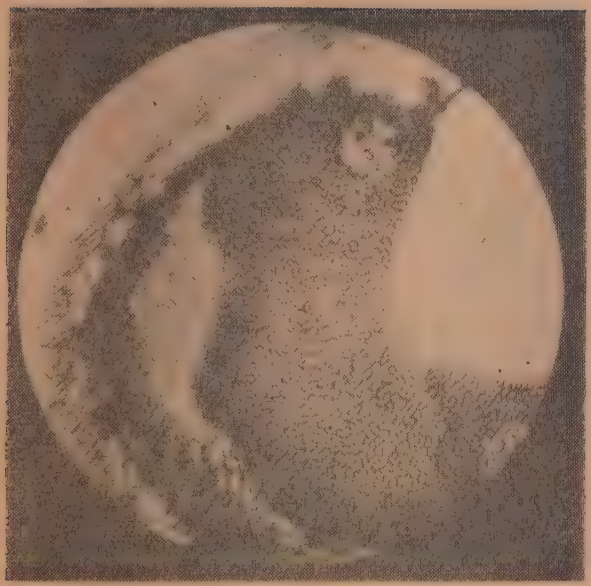


Рис. 6. Уредопустула в пигментном слое, вдавленная в эндосперм.

Рис. 7. Семенная оболочка (в области зародыша). Незрелая телиопустула с темноокрашенным мицелием.

обеим сторонам отдельных гиф закладываются короткие лопастевидные выросты — присоски (как у пероноспоровых грибов). Ширина гиф достигает 5,4—10,8 μ. Ширина присосков доходит до 13,5 μ. Эта грибница расползается по поверхности плодовой оболочки только при прорастании зерна (рис. 9). Вероятно, это один тип ненормального прорастания телейтоспор. Картина, совершенно аналогичная с той, которая описывается Притчард (1911) для P. graminis: рост гиф, напоминающий пальмеллевидную стадию роста некоторых зоодорослей.

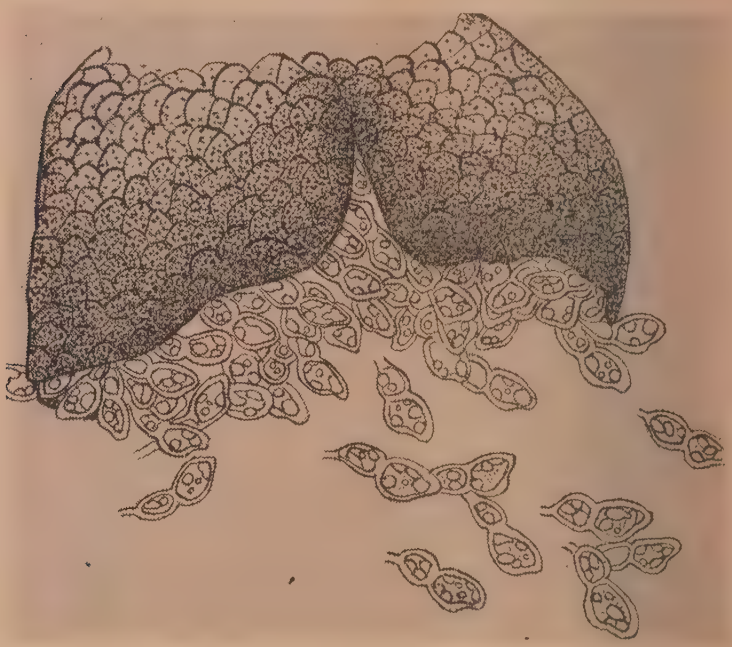


Рис. 8. Телейтопустула на прорастающем зерне. Зрелые телейтоспоры с четко выраженным содержимым и ядрами. (Ориг.).

При проращивании семян пшеницы отмечено еще интересное явление: гриб выходит из покоящегося состояния при прорастании пораженных семян. Семена пшеницы с чистой плодовой оболочкой были заложены в чашки Петри с увлажненной фильтровальной бумагой. На них при тщательном осмотре через лупу не было видно внешних признаков ржавчины. На следующий день к утру на поверхности плодовой оболочки выступили телейтопустулы коричневыми точками. Телейтопустулы залегали вокруг зародыша и на щечках зерновки; споры молодые. В более глубоких тканях на срезах через бороздку

зерна на границе перехода в эндосперм были видны телейтовместилища, залегающие по одной стороне плодовой оболочки; за пигментный слой они не заходили.

Рис. 9. Прорастание телейтоспор в плодовой оболочке по типу пальмеллевидной стадии роста водорослей.

Часть срезов переносили в воду (на стекла с выемкой). При микроскопировании на следующий день наблюдается рост мицелия из пустул. Гифы толстые с перегородками, клетки геммовидные. Местами вершины соседних гиф вздуваются и создается впечатление их копуляции.

Явление быстрого выхода телейтопустул наружу отмечалось также на семенах сорта Эритроспермум 72, заложенных во влажную камеру. На плодовой оболочке семян количество телейтопустул заметно увеличивалось на протяжении трех дней. Они высыпали по обеим сторонам бороздки; основанием пустулы обращены ко дну бороздки, а вершиной к плодовой оболочке. Телейтоспоры свободно выскакивают из пустул. К пустулам стягиваются тяжи питающих гриб зерен крахмала (рис. 10). Многие из них гидролизированы, вследствие чего не окрашиваются иодом. Встречаются жироподобные вещества серо-желтого цвета. Дополним картину новыми наблюдениями.

1) Так, около уредовместилищ иногда встречается масса отдельных клубочков грибницы, состоящих из сплетения бледно-желтых гиф гриба. Несколько отступя от них, имеются клетки, наполненные мелкими гранулами желтого цвета, что придает этим клеткам желтоватый оттенок. Плазма желтого цвета наполняет межклетники клеток тканей щитка (со стороны будущего колеоптиля). Клетки эпителия щитка сплющены,

и в них проступает содержимое в виде мелких гранул желтого цвета и разнообразной формы.

2) Зерно 2-х суток проращивания. Проросток достигает 3 мм. Телейтопустулы встречаются по линии бороздки у зоны зародыша. В последующих срезах у основания проростка, в районе верхушечной меристемы, встречается группа клеток с мелкозернистыми включениями светло-желтого цвета. Рядом с центральным пучком сосудов зачаточного листочка располагается клубочек грибницы с желтой плазмой.

Рис. 10. Плодовая оболочка. К телейтопустулам стягиваются тяжи зерен крахмала.

3) Зерно слегка наклюнулось. Телейтопустулы заметны на оболочке вдоль бороздки и в зоне зародыша. На срезах через зерно видно, что телейтопустулы расположены вдоль границы пигментного слоя и местами даже прорывают его. К пигментному слою прилегают и мелкие уредовместилища; в местах соприкосновения с ними пигментный слой сдвигается внутрь, по направлению к зародышу. Параллельно с ним происходит сдвиг и соседнего слоя алейроновых клеток. Клетки силюцируются, приобретают угловатую форму и резко выделяются от окружающих их нормальных крупных клеток. В случае исчезновения клеток пигментного слоя на их месте остается гомогенная масса желто-бурого цвета.

По общему характеру строения указанные формы ржавчины напоминают первичные спороношения, свойственные неполным формам ржавчины, как-то: первичный мицелий, первичная уредопустула и первичная телейтопустула (Курсанов Л. И., 1915 г., 1922 г.).

Единственный раз обнаружено необычной формы и величины споровместилище, залегающее непосредственно в нижней части зародыша.

Это зерно пророщивалось в течение шести суток и чуть наклюнулось. Проросток едва достиг 2 мм длины. На части оболочки зерна, покрывающей зародыш, а также в тканях проростка заметно обильное скопление мелких телейтовместилищ. Здесь же залегают два больших уредовместилища бокаловидной формы; они расположены симметрично под зародышем и основанием обращены один к другому (ориг. рис. 11).

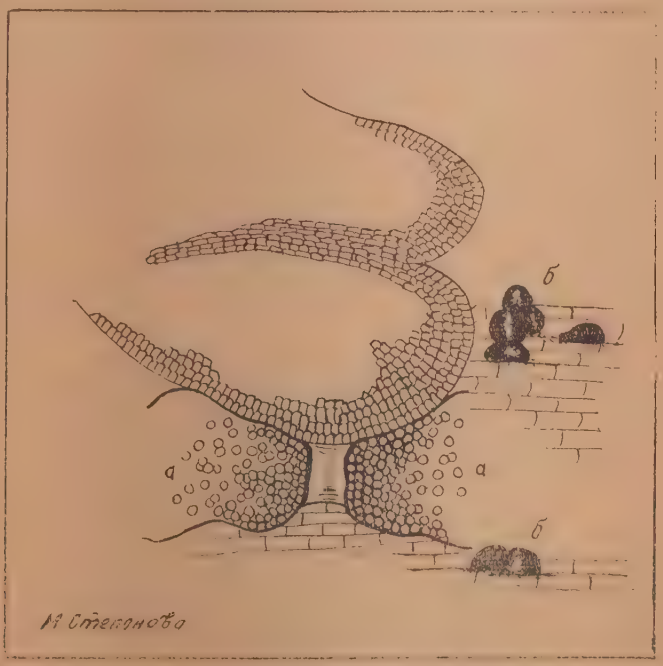


Рис. 11. Разрез зерновки через зародыш.
а. два крупных споровместилища, прилегающих к зародышу.
б. отдельные группы мелких зачаточных телейтопустул.

В связи с задержкой прорастания зерна и наличием уредопустул внутри зародыша есть основание полагать, что гибель зародыша была вызвана ржавчиной.

Совершенно исключительный факт обнаружен при проращивании семян пшеницы из Армении (сорт неизвестен). На наружных и внутренних цветковых чешуйках колосьев этой

пшеницы имелось большое развитие телейтопустул. На семенах пустулы не были заметны и плодовые оболочки были внешне совершенно чистыми. Исследовались проростки 10-ти дневного возраста.

В клетках плодовой оболочки, покрывавшей зародыш и лопнувшей на месте вышедшего проростка, имеются сосочки гиф. В клетках колеоптиля видны характерные гаустории с шейками, прикрепленными к клеточным стенкам. Здесь же наблюдаются постепенные переходы от подвижных микрозом к неподвижным, вытягивание плазмы микрозомы и, наконец, наблюдается плазма, принявшая очертания гифы (рис. 12). В эпидермальном слое основания первого листочка масса подвижных микрозом, а внутри палисадных клеток имеется уже оформившийся мицелий ржавчины. Микрозомы массами встречаются в клетках эпителия щитка.

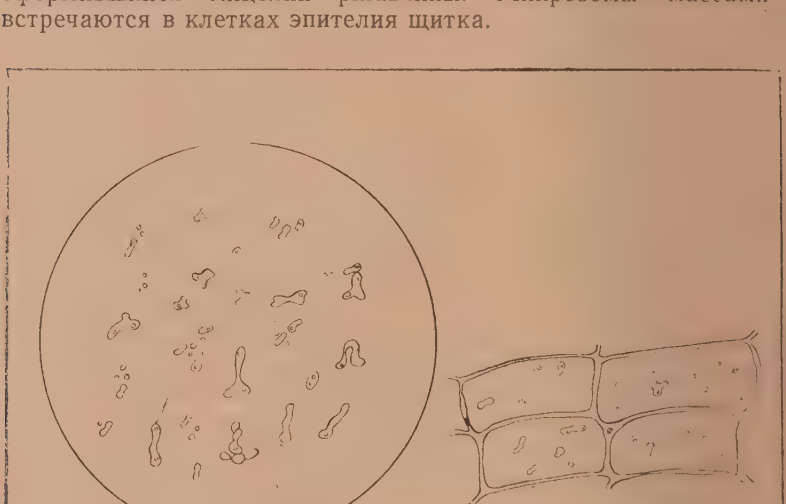


Рис. 12. Колеоптиль. Образование гиф ржавчины внутри клеток (ориг.).

Приведенных наблюдений еще недостаточно, но отмеченные факты указывают на возможность передачи инфекции ржавчины из семян в растение.

Семена III-й группы с обилием телейтопустул в плодовой оболочке потеряли способность прорастать.

Однако по анализам зрелых семян нельзя было выяснить последовательность развития форм ржавчины в семенах.

Поскольку в литературе последний вопрос совсем не за-

гронут, мы проследили развитие ржавчины в связи с процессом формирования семян.

Семенной материал урожая 1952 г. был доставлен с Фрунзенской селекционной станции. Для этой работы колосья пшеницы сорта Эритроспермум 72 срезались через каждые 4—5 дней, начиная с фазы цветения.

Сорт Эритроспермум 72 был известен как устойчивый до 1948 г., после чего он начал терять устойчивость. В 1952 г., в год взятия проб, листья и колосья этого сорта сильно поразились желтой ржавчиной. Ржавчина проявилась на листьях во второй половине апреля, а массовое поражение их наблюдалось 10 мая. Нарастание ржавчины на листьях озимых сортов закончилось к 20 июня. Следует указать, что посевные семена урожая 1951 г. имели высокую энергию прорастания и на корню сорт выделялся большой кустистостью.

Описание локализации желтой ржавчины в процессе формирования дается для типичных случаев. Частота повторяемости явилась контролем достоверности явления в природе. В семенах, собранных 2 и 5 июня, не было внешних признаков инфекции и следов ржавчины. В бороздке зерна сбора 9 июня замечены округлые мелкие и бесцветные гранулы с желтым ядрышком. Они тянутся от основания бороздки к хохолку. При окрашивании по Гимза в этих бесцветных гранулах видны от 1 до 4 включений розового цвета и синие, округлой формы (ядра).

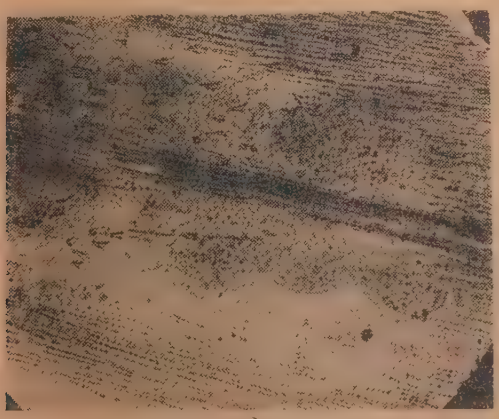


Рис. 13. Цветковая чешуйка. Кучки уредоспор (мал. увел.).

В семенах сбора от 12 июня также не было внешних признаков ржавчины. При окраске гематоксилином в бороздке выделяются скопления ядерного вещества в клетках ткани щитка, граничащих с плодовой оболочкой. Скопления из гра-

нул и зернышек наблюдаются непосредственно за клетками эндосперма вблизи области зародыша. По направлению к ним выделяются тяжи бесцветных пустых гранул. Снаружи плодовой оболочки семян масса микрозом.

При наружном осмотре цветковых чешуек семян, собранных 16 июня, незаметно было симптомов ржавчины, последние предстали только на микроскопических срезах. На внутренней стороне наружной чешуйки обнаружены уредоспоры в виде свободно сидящих кучек (рис. 13). Попадаются единичные телейтопустулы.

Рис. 14. Цветковая чешуйка. Крупные уредопустулы и группы мелких зачаточных телейтопустул (ориг.).

В колосьях, собранных 19 июня, заметно усиление ржавчины. На внутренней стороне цветковых чешуек уредопустулы встречаются в большом количестве. В некоторых уредопустулах начинают закладываться телейтоспоры. Телейтопустулы представлены пока единично.

В одном случае в сборе семян от 23 июня обнаружилось уредовместилище уже в тканях плодовой оболочки, во внутренних ее слоях, покрывающих зародыш. Это уредовместилище без стенок, уредоспоры обильно развиты. Под вместилищем гифы гриба образуют псевдопаренхематическое сплетение больших размеров (такое же, как в пораженных ржавчиной листьях).

В волосках хохолка зерновки масса уже бесцветных уредоспор, которые прилипают и к плодовой оболочке семян. Везде начало образования телейтопустул.

Интенсивное образование уредо- и телейтоспор ржавчины наблюдалось на материале от 26 июня. На внутренней стороне наружной цветковой чешуйки обилие зачаточных мелких телейтопустул (рис. 14). Встречаются остатки огромных уредовместилищ. Произошла смена уредоспор телейтоспорами. Телейтопустулы вершиной направлены к зерновке (рис. 15 и 15-а).

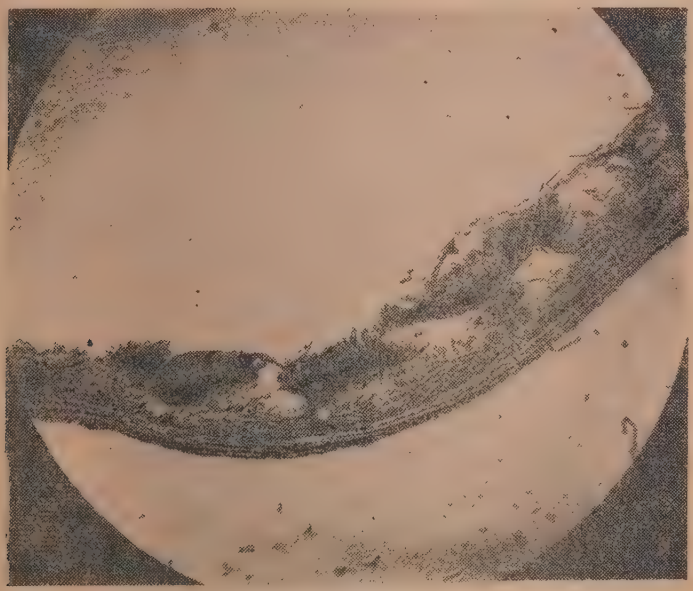


Рис. 15. Цветковая чешуйка. Смена уредоспор телейтоспорами (малое увеличение).

На цветковых чешуйках обнаруживается два типа уредоспор: в пустуловместилищах и в открытых кучках, не сменяемые телейтоспорами. Осыпаясь, эти споры попадают на дно цветковых чешуек в виде желтой пыли. Почти одновременно с этим в наружных слоях плодовой оболочки семян начинают появляться округлые гифы (гаустории) и скудный мицелий. Весьма интересно, что в промежутке между внутренней стенкой цветковой чешуйки и плодовой оболочки зерна впервые обнаружены проросшие уредоспоры (фото 16).

Та же картина имеется на колосьях, собранных 30 июня. На внутренней цветковой чешуйке встречаются единичные уредо- и телейтопустулы, тогда как наружная цветковая чешуйка усеяна ими.

На зрелых семенах колосьев последнего срока, срезанных 4 июля, ржавчина стала заметна макроскопически.

Внутри клеток плодовой оболочки отмечено наличие тяжей из мельчайших крахмальных зерен, сильно преломляющих свет. Изредка видны гранулы, прорастающие в тонкие нити. Масса подвижных микрозом.

Для сопоставления пораженности семян у восприимчивых и устойчивых к желтой ржавчине сортов был взят сорт Р-. Он был известен как очень устойчивый к ржавчине, но в 1952 г. появились первые следы желтой ржавчины на листьях. Цветение этого сорта происходило позднее Эритроспермум 72 и первая срезка колосьев для анализов семян была произведена позднее (5 июня), а далее в те же даты.

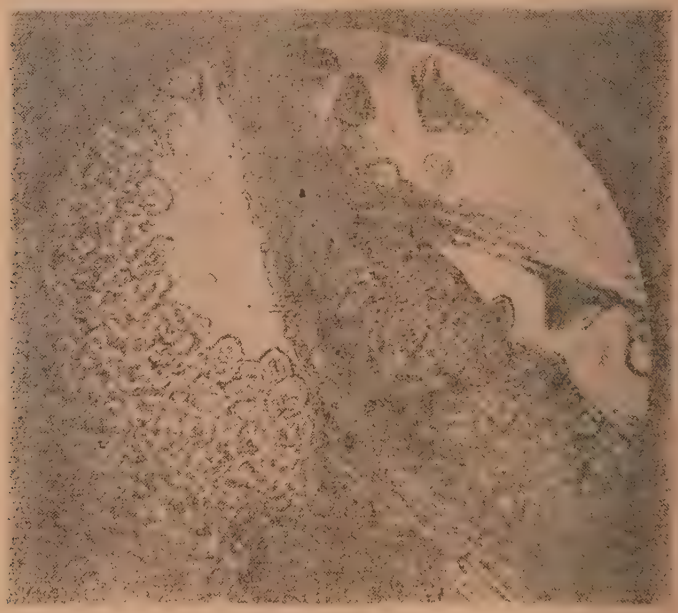


Рис. 15-а. То же (бол. увеличение).

На микроскопических срезах, проведенных на большом материале, с трудом удалось обнаружить инфекцию ржавчины. Ржавчина была представлена слабо на колосках и только на более поздних сроках сбора семян. Так, на колосьях, срезанных 23 июня, впервые замечено побурение жилок на цветковых чешуйках, вызванное закладкой там телейтопустул. Пустулы малочисленные. Телейтоспоры незрелые и только начинают закладываться по периферии уредовместилищ. На образцах семян от 26 июня единичны случаи наличия уредо- и телейтопустул уже во внутреннем слое плодовой оболочки.

Приведенные факты свидетельствуют о том, что этот сорт становится восприимчивым к желтой ржавчине и что харак

тер развития на нем ржавчины тот же, как и на восприимчивом сорте. Более замедленное развитие ржавчины, возможно, связано с более медленным формированием семян этого сорта.

При проращивании внешне здоровых семян этого сорта во влажной камере часто наблюдалось, что через сутки сквозь плодовую оболочку, окружающую зародыш, отчетливо проступали изнутри коричневые точки — пустулы.

Через 1—2 суток пребывания во влажной камере из телейтовместилищ выпускаются ростки одноклетной грибницы, окрашенной в цвет пустулы или бесцветной. Телейтоспоры зрелые и легко выскакивают из пустул при надавливании покровного стекла.

Рис. 16. Массовое прорастание уредоспор в цветковой чешуйке.

В клетках проростков встречались подвижные микрозомы. Только один раз наблюдалось прорастание телейтоспоры в длинную базидию, на двух верхних клетках которой образовалось по одной бесцветной базидии.

Мицелий обнаруживался в тканях щитка редко в виде обрывков гиф.

Обсуждая результаты работы, необходимо отметить следующее.

Во время цветения на внутренней цветковой чешуйке видимых признаков гриба не встречается.

Первичное появление спороношения желтой ржавчины отмечается в виде уредоспор на наружных цветковых чешуйках примерно через две недели после цветения. На плодовой оболочке уредопустулы обнаруживаются много позднее. Спорообразование ржавчины на цветковых чешуйках длится продолжительное время. Постепенно уредоспоры сменяются телейтоспорами и к концу молочной спелости семян уредопустулы пропадают, а встречаются одни телейтопустулы.

На цветковых чешуйках впервые обнаружено два типа образования уредоспор: в обычных пустулах и кучках, свободно сидящих и не сменяемых телейтоспорами. Осыпаясь, они прорастают (чего никогда не наблюдалось у уредоспор обычного происхождения). Почти одновременно с этим явлением в наружных слоях плодовой оболочки замечаются короткие округлые гифы гаусторий и слабо развитый мицелий.

Очевидно, первичное заражение цветковой чешуйки вызывается внешней споровой инфекцией. Заражение семян происходит, вероятно, от прорастающих уредоспор, образовавшихся на внутренней стороне цветковой чешуйки.

На основании проведенной работы вытекает еще одно заключение. В зависимости от условий созревания семян, от скорости этого процесса на разных сортах (различающихся и разной скороспелостью) будут встречаться различные морфологические формы ржавчины и разная их количественная представленность в семенах.

Возможно, этими моментами обусловлена разная степень поражения семян желтой ржавчиной. Так, в Киргизской ССР в 1952 г., в год эпифитотии желтой ржавчины, на семенах Эритроспермум 72 встречалось немного спороношения P. glumarum, тогда как в г. Пушкине в 1951 г., тоже эпифитотийном, на семенах восприимчивого сорта (пырейно-пшеничный гибрид 599) наблюдалось такое сильное проявление ржавчины, что плодовая оболочка была усеяна телейтопустулами желтой ржавчины.

Характер локализации и темпы развития указанных форм ржавчины в репродуктивных органах совпадают с распределением, а также и содержанием хлорофилла в тканях. Цветковая чешуйка состоит из четырех слоев, а уредоспоры закладываются только в губчатой паренхиме — в единственном слое, содержащем хлоропласты. В зерне они встречаются в плодовой оболочке, или перикарпии, формирующимся из завязи и несущего хлорофиллоносный слой, который сохраняется до начала восковой спелости семян. Довольно распространено залегание уредоспоровместилищ в районе бороздки зерна, казалось бы, совершенно неподходящих для развития гриба тканях, поскольку на ранней фазе созревания зерна содержи-

мое их клеток заполняется веществом, близким по реакции с суберином или жировыми включениями (Александров В. Г. и Александрова О. Г., 1938). Но следует принять во внимание, что именно на брюшной стороне зерновки происходит полное срастание оболочки плода с кожурой семени. (Александров В. Г. и Александрова О. Г., 1943). Присутствие гриба возможно объяснить механическим занесением его с плодовой оболочкой, и тогда становится понятно, почему в бороздке почти не встречается телейтоспоровместилищ со зрелыми спорами. Но почему здесь большей частью представлены зачаточные телейтовместилища, объяснить пока трудно. Возможно, что, не находя соответствующих условий для дальнейшего развития, гриб останавливается на стадии, утраченной им при переходе к облигатно-паразитному существованию на одном растении-хозяине. Конечно, имеются еще сопряженные факторы, требуемые грибом на данном этапе его существования.

Коснемся биохимического состава семян. Углеводы — важнейшая составная часть зерна; они служат основным энергетическим запасом для развития зародыша. Распределение углеводов по тканям зерна неодинаково. В зародыше находятся наиболее подвижные углеводы, а в мучнистой части эндосперма — наименее подвижные. (Щербаков Л. П. и Броковицкая З. С., 1940). Уредо- и телейтопустулы, залегающие в плодовой оболочке, обычно сосредотачиваются в зоне зародыша и не располагаются в области эндосперма (рис. 3).

Из углеводов в семенах злаков находятся каротиноиды (желтые или красные пигменты). Из них каротин — провитамин А — важное вещество для окислительно-восстановительных процессов в растительной клетке. Каротин является промежуточным продуктом фотосинтеза. Распределение его в зерне неравномерно: максимальное количество находится в зародыше, а меньше всего в алейроновом слое и в мучнистой части эндосперма. Известно, что каротин входит в состав уредо- и телейтоспор ржавчинных грибов, а образование их в семенах, как показывают наши исследования, территориально граничит с максимальным содержанием каротина в тканях семян. Ни в алейроновом слое, ни в эндосперме споры ржавчины не образуются.

Но исследования по каротиноидам, именно вопросы об их образовании и их функциях еще находятся в зачаточном состоянии. (Гудвин Т., 1954). Тем не менее нам представляется возможным пока сопоставить локализацию ржавчины с наличием каротиноидов и сделать предположение о существовании весьма глубокой связи между каротиноидами растения и развитием желтой ржавчины. Что касается округлых гиф гаусторий, то они фигурировали в литературе по ржавчине как дискуссионный объект в течение некоторого времени (Данилов, 1911). Эриксон в первых работах признавал их за одну из

первоначальных этапов развития ржавчины, когда названная им микоплазма отделяется от ядра и приобретает форму. Все последующие исследования опровергали эту точку зрения, так как эти образования являются внутриклеточными гаусториями, служащими для питания мицелия. Впоследствии к такому же мнению пришел и Эриксон, проведя совместно с Тишлером цитологические исследования (1904).

Наши наблюдения показывают, что гаустории гриба в клетках растения замечаются раньше оформленного в межклетниках мицелия. Более интимную картину нам не удалось проследить при нашей методике, а гистологическое изучение является задачей дальнейших исследований.

Сложен выдвигаемый нами вопрос о роли микрозом в развитии ржавчины. В ботанике имеются разные мнения о их роли в жизни клетки, поскольку они мало изучены. Во всяком случае они имеют большое значение в обмене веществ (Макаров, 1953). Первое и единственное сведение о нахождении их в грибах встречается в работе Яблоковой (1946). Микрозомы описаны ею в мицелии Ustilago tritici (Pers) Jens.

Изложенные факты дают новый материал для продолжения и углубления исследований по биологии желтой ржавчины.

ВЫВОДЫ

1. Прорастание пораженных семян стимулирует проявление телейтопустул P. glumarum на плодовой оболочке.

Следовательно, отсутствие телейтопустул на семенах не является еще показателем отсутствия в них инфекции.

2. Зрелые или созревающие телейтопустулы располагаются в плодовой оболочке по периферии зерновки. Вопреки литературным данным, во внутренних частях зерновки, а именно, в паренхимных клетках щитка в зоне зародыша найдена ржавчина, но в виде незрелых телейтовместилищ.

3. При поражении семян желтой ржавчиной происходят патологические изменения: смещение пигментного слоя и прилегающего к нему алейронового слоя вплоть до полного исчезновения пигментного слоя.

Сильно пораженные ржавчиной семена не прорастают.

4. В эндосперме зерновки, как установлено прежними исследователями, незаметно наличия ржавчины. Но по нашим наблюдениям эндосперм зерновок, на которых имеются телейтопустулы ржавчины, становится рыхлым и легко отделяется от щитка.

5. Помимо общеизвестных уредо- и телейтостадий ржавчины обнаружены иные формы существования ржавчины в семенах:

а) клубки вегетативных гиф; б) зачаточные телейтопустулы, образующиеся независимо от уредопустул; в) в тканях цветковой чешуйки помимо уредопустул наблюдались свободно сидящие уредоспоры в кучках (без вместилищ), обладающие способностью прорастать; г) как исключение, в бороздке зерновки встречались, помимо уредовместилищ, зачаточные телейтопустулы и клубочки вегетативных гиф гриба; д) образованию мицелия предшествуют микроформы — гаустории и микрозомы.

Являются ли микрозомы формой существования ржавчины или продуктом клеточного обмена веществ — не ясно. Но их постоянное присутствие в тканях растения и внутри мицелия гриба указывает на прямую связь со ржавчиной.

6. На основании обнаруженных в семенах иных форм существования P. glumarum, свойственных видам ржавчин с неполным циклом развития, можно высказать предположение, что весь цикл развития этого гриба проходит на одном растении-хозяине — пшенице.

7. Развитие желтой ржавчины в процессе формирования семян:

а) первые признаки инфекции — уредоспороношения обнаруживаются сначала в хлорофиллоносных тканях наружной цветковой чешуйки после цветения;

б) признаки инфекции ржавчины на семенах, в плодовой оболочке, наблюдаются позднее и совпадают со временем обнаружения проросших уредоспор, осыпавшихся к основанию цветковой чешуйки.

8. Можно полагать, что семена заражаются извне от уредоспор, образующихся на внутренней стороне цветковых чешуек.

9. Телейтоспоры на семенах прорастают в виде толстой бесцветной грибницы, разветвленной и образующей многочисленные присоски, аналогично тому, что описано в литературе для P. graminis.

10. Локализация отдельных морфологических форм ржавчины и формирование уредоспор в определенных частях семян, как в плодовой оболочке в области зародыша и в бороздке, очевидно, обусловливаются требованиями гриба к питанию определенными веществами и, по всей вероятности, связаны с максимальным содержанием в этих частях хлорофилла, каротиноидов и других углеводов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александров В. Г. и Александрова О. Г., 1938. О строении бороздки в зерновке пшеницы. Докл. Акад. Наук СССР новая серия. М., т. 21, № 1—2, стр. 81—84.

2. Александров В. Г. и Александрова О. Г., 1943. История развития плодовой оболочки зерновки пшеницы. Ботанический журнал, т. 28, № 6, стр. 223—236.

3. Гудвин Т., 1954. Сравнительная биохимия каротиноидов. Изд-во иностранной литературы.

4. Данилов А. Н., 1911. Болезни растений, № 56, стр. 143 - 147 (рефераты).

5. Курсанов Л. И., 1915. Морфологические и цитологические исследования в группе Uredinales.

6. Курсанов Л. И., 1922. Морфолого-цитологические исследования в группе ржавчинных грибов. — Бюллетень Московского общества испытателей природы, стр. 1—130.

7. Щербаков А. П. и Броновицкая З. С., 1940. Биохимические изменения в созревающем зерне пшеницы. Докл. Всес. Совещ. по физиологии растений II.

8. Яблокова В. А., 1950. Цитологические исследования Ustilago tritici (Pers.) Jens. в зерновке пшеницы in vitro – Известия Академии Педагогических Наук РСФСР. Выпуск 29, стр. 87—108.

9. Eriksson J. und Henning, 1896. Die Getreideroste — Stockholm.

10. Pritchard, Fr., 1911. A preliminary report on the yearly origin and dissemination of Puccinia graminis. — The Botanical Gazette, vol. LII, pag. 169—192, with plat IV.

11. Tichler und Eriksson J., 1904. Ueber das vegetative Leben der Getreiderostpilze. — Kungl. svenska vetenskaps — Akademiens Handlingar. Band 37, N 6, s. 1—19.

Н. А. НАУМОВА.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ PUCCINIA GLUMARUM ERIKSS. ET HENN. ПО КОЛОСУ ПШЕНИЦЫ

В литературе, относящейся к развитию желтой и линейной ржавчин на злаках, совсем не затронут вопрос о распространении ржавчины по колосу.

Изучение характера следования ржавчины по отдельным колоскам колоса пшеницы в некоторой степени может осветить процесс формирования ржавчины в семенах.

Объектами анатомического изучения были семена озимой пшеницы Эритроспермум 61. Этот сорт, сильно поражаемый желтой ржавчиной, высевался в Пржевальске в 1952 г. в восемь сроков посева (с 15.VIII по 3.X). Пробы недозрелых колосьев срезались одновременно в один срок (14 июля) с каждого срока посева.

Фазы вегетации пшеницы по каждому сроку посева представлены в сводной таблице 1. При этом отмечены даты появления ржавчины на листьях и характер поражения колоса. Описание поражения колоса дается для типичных случаев.

Первый посев пшеницы был проведен 15 августа. Желтая ржавчина на листьях впервые была замечена 1 апреля, до выхода растений в трубку.

На первом сроке посева характерно прерывистое распространение ржавчины по колосу. На цветковых чешуйках преобладает ржавчина в уредостадии и встречаются единичные телейтопустулы на нескольких колосках (9, 10, 11, 30).

Ржавчина встречается на следующих группах зерен, начиная от основания колоса: 8—11, 15—19, 26—34. На нескольких зерновках симптомов заражения не было, тогда как уредопустулы были на цветковых чешуйках (1, 2, 6, 24 колосок).

Из трех цветков в двух ржавчина проявилась в виде мицелия, а в одном развились уредопустулы.

Анализ развития ржавчины по отдельным частям колоска и тканям зерновки выявляет новые детали.

По интенсивности проявления на первом месте стоят уредопустулы. Они в изобилии встречаются на цветковых чешуйках всех колосков, кроме расположенных у основания колоса.

Таблица 1

Фенология с. Эритроспермум 61 по срокам посева и развитие Puccinia glumarum **на колосе**

Сроки посева	Посев	Кущение	Трубкование	Колошение	Появление на листьях	Поражение колоса
I	15.VIII	3.IX	26.IV	9—12.VI	1.IV	+...+
II	22.VIII	9.IX	1.V	,,	,,	+...+
III	29.VIII	16.IX	,,	8—12.VI	9.IV	+++
IV	5.IX	26.IX	3.V	8—11.VI	,,	+++
V	12.IX	5—10.X	5.V	10—14.VI	28.IV	+++
VI	19.IX	23.X	7.V	11- 14.VI	15.V	+...+
VII	26.IX	8.IV	9.V	13—17.VI	22.V	+
VIII	3.X	10.IV	12.V	,,	15.V	+

(+) - слабое; (+ ... +) - среднее, прерывистое; (+ + +) — сильное.

Уредопустулы встречаются и вдоль жилок (31, 32, 34 колоски). Нет их на отдельных колосках (3—5, 13, 22, 23, 25 и 33). Единичные телейтопустулы встречаются на немногих колосках (1, 10, 11, 30). Зрелые телейтопустулы образовались только у 11-го колоска. Мицелий не обнаружен только в одном случае (27 колосок).

В плодовой оболочке также отмечается изобилие уредопустул и уже закладываются телейтопустулы; встречается около них много разветвленного мицелия с протоплазматическим содержимым и с многочисленными ядрами. Телейтопустулы незрелые и мелкие. Они расположены обычно вокруг зародыша и по щечкам зерновок. К ним стянуты тяжи из зернистости, различной по форме и величине, заключенной в студенистую массу. Эта зернистость растительного происхождения и состоит большею частью из отработанных пустых клеток растения, использованных грибом. В глубоких тканях зерновок, примыкающих к пигментному слою в области зародыша, меньше уредопустул, есть мицелий. В изобилии встречаются зачаточные очень мелкие телейтопустулы; они расположены кучками. Исключение представляет один факт: зачаточные уредопустулы и единичные телейтопустулы врезались в эндосперм и щиток, где ржавчина обычно не обнаруживается.

В одной зерновке (29 колосок) телейтопустулы были только в плодовой оболочке, проступая наружу со стороны бороздки.

В бороздке обилие уредо- и телейтопустул и сильно разветвленный мицелий с присосками.

В цветках обилие уредопустул.

Вывод: 1) Ржавчина не закончила цикла развития, что доказывает наличие сильно разветвленного мицелия и малая представленность и незрелость телейтопустул.

Второй срок посева был на неделю позже первого. Кущение наступило позже пшеницы первого срока на неделю. Колошение совпало с пшеницей первого срока (9—12 июня), а трубкование задержалось на четыре дня (1 мая). Ржавчина на листьях пшеницы проявилась одновременно с первым сроком посева.

Как и на пшенице первого срока посева, наблюдается прерывистое распространение спороношений ржавчины по колосу. Ржавчина проявилась на первых десяти колосках у основания колоса, за исключением недоразвитого колоска (2). В цветке 12-го колоска — только мицелий. Последующие три колоска чистые (13—15). На следующих колосках (16—23) опять проявляется ржавчина и довольно сильно. Среди них нет симптомов ржавчины на одном колоске (18). На вершине колоса последние три колоска чистые, как и расположенный между ними цветок.

На цветковых чешуйках в основном выступает уредоспоро-

ношение, иногда оно обнаруживается только при микроскопировании. На чешуйках изредка попадается еще другой тип уредоспороношения — уредокучки (4, 16 колоски). У основания чешуек начинают образовываться телейтопустулы; на 10 и 21 колосках имеются сформировавшиеся телейтоспоры.

На плодовой оболочке ржавчина проявилась в сильной степени. Здесь она приступила к заложению телейтопустул. В крупных пустулах телейтоспоры вполне сформировались. Особенно часты случаи присутствия уредо- и телейтопустул в зоне, приходящейся над зародышем. Здесь около телейтопустул развивается мощный, разветвленный мицелий (5, 8, 9, 10, 16, 20, 21, 23 колоски). Иногда телейтопустулы проступают над зародышем сквозь плодовую оболочку (10, 16, 21 колоски).

В глубоких слоях перикарпия встречаются только уредопустулы, за исключением одного колоска (17), где среди массы уредопустул обнаружены телейтопустулы. Редко встречается сильное развитие уредостадий (колосок 6); также редко обильное развитие мицелия (6, 7, 21 колоски).

В бороздке зерновки характерно симметричное расположение уредоспороношений по сторонам сосудистого пучка. В одном случае только единичные уредопустулы. Обильное развитие мицелия в колосках 6, 9, 10, 21.

Выводы: 1) Прерывистое расположение ржавчины по колосу. 2) Преобладает уредостадия. 3) Встречаются уредокучки.

На пшенице третьего срока посева кущение наступило на неделю позднее даты кущения пшеницы второго срока посева. Но выход в трубку и колошение пшеницы произошло одновременно с предыдущим сроком сева пшеницы (1 мая и 8—12 июня). Совпадают у них и даты проявления ржавчины на листьях (9 апреля).

Почти все колоски имеют симптомы ржавчины. Исключение составляют колоски, расположенные у самого основания колоса.

Наблюдается последовательность в смене фаз развития гриба от основания колоса по направлению к вершине. На первых пяти колосках нет симптомов ржавчины. На последующих колосках (6, 7, 8) обнаруживается мицелий в тех тканях, где обычно ржавчина присутствует в виде известных морфологических форм. На следующих за ними колосках (9, 10) ржавчина проявляется уже в виде уредо-телейтопустул, довольно редких. Зерна на вид чистые, но в плодовой оболочке и глубже к зародышу находится мицелий. На колосках 11, 12, 13 уже обилие телейтопустул у основания цветковых чешуек. Уредопустулы располагаются выше, ближе к верхнему концу чешуйки. Сквозь плодовую оболочку в области зародыша и бороздки проступают телейтопустулы. Выше по колосу (колоски 14—16) на цветковой чешуйке телейтопустулы встречают-

ся не только у основания, но и на середине или заходят выше. Попадаются уже телейтопустулы с сформировавшимися телейтоспорами, легко выходящими из пустул.

За исключением одного колоска (17), где телейтопустулы незначительно развились, далее опять в зерновках встречается обилие незрелых телейтопустул как в цветковых чешуйках, так и в плодовой оболочке. В бороздке преобладают уредопустулы, а телейтопустулы находятся в единичном числе и незрелые (18—20 колоски).

После чистого цветка (21 колосок) идет колосок с чистыми цветковыми чешуйками. Но в плодовой оболочке имеется мицелий, а глубже, около зародыша и бороздки, расположены уредопустулы.

24-й колосок сильно поражен. Телейтопустулы развились во всех частях зерновки. Зрелые телейтопустулы закладываются на цветковых чешуйках.

За чистыми колосками (25, 26) следуют опять колоски, пораженные уредостадией ржавчины (27, 28, 31—36). В плодовой оболочке этих зерен имеется мицелий. На некоторых цветковых чешуйках (31, 32, 36, 43, 45, 48 колоски) уредостадия представлена уредокучками. Уредопустулы в бороздке расположены строго симметрично. Эта количественная представленность коррелировала и с качественной, т. е. со степенью зрелости гриба. Во многих тканях зерновки, как в плодовой оболочке, затем во внутреннем слое, примыкающем к семенной оболочке, а также в цветковых чешуйках уредостадия встречалась в меньшем числе колосков по сравнению с телейтостадией. Так, в плодовой оболочке уредостадия отмечена в 16, 17, 37, 39, 40, 45, 46 колосках; в более глубоких слоях ее несколько больше, она найдена в 18, 19, 20, 22, 27, 29, 31, 32, 36, 41, 42, 43, 48, 49 колосках. В районе бороздки уредостадия преобладает над телейтостадией. Но, как показали наши предыдущие исследования, в бороздке телейтостадия весьма специфична по морфологическим признакам и, очевидно, по своему генезису.

Выводы: 1. Характерна последовательность в распространении и развитии ржавчины по колосу. 2) На зерновках в средней части колоса и выше спороношение ржавчины наиболее обильное, и ржавчина достигает полной зрелости (III стадия). 3) Уредокучки в цветковой чешуйке.

На пшенице четвертого срока посева колошение и появление ржавчины на листьях отмечено одновременно с пшеницей предшествующего срока посева.

Колосья выделяются сильной пораженностью желтой ржавчиной. Все цветковые чешуйки и зерновки поражены, начиная с основания колоса и до самой верхушки. На колосьях этого срока посева наблюдается смена спороношения: гриб прошел уредостадию и перешел к телейтостадии. Везде встре-

чаются телейтопустулы: на цветковых чешуйках, на зерновках и даже в цветках. В цветковых чешуйках единичных колосков (5, 16, 17) развивается мицелий, а остальные буквально набиты уредо-телейтопустулами, в особенности у основания колоса. Телейтоспоры большей частью зрелые. Уредостадия иногда представлена уредокучками, а именно, в первой половине колоса (1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 11 колоски). В последних двух колосках они развиты в изобилии. В плодовой оболочке ржавчина слабо проявилась: преобладает разветвленный мицелий с присосками (2, 3, 10, 11 колоски). Во внутренних слоях по направлению к семенной оболочке распространены уредопустулы.

В бороздке много уредо-телейтопустул; они расположены раздельно.

В колосе много мелких, щуплых зерен (1, 2, 3, 5, 10, 11, 13, 16, 17 колоски).

Выводы: 1) Спороношение ржавчины высыпало почти по всему колосу. 2) Ржавчина завершила цикл развития. 3) В цветковой чешуйке оба типа уредоспороношения, причем уредокучки преобладают. 4) В плодовой оболочке распространен коралловидный мицелий.

На пшенице пятого срока посева кущение наступило значительно позже — в октябре, а трубкование почти совпало с предыдущим сроком. Колошение наступило на два—три дня позже пшеницы предыдущих сроков сева: 10—14 июня. Ржавчина на листьях проявилась с большим запозданием (28 апреля).

За небольшим исключением поражены все колоски. На цветковых чешуйках зерновок, расположенных у основания колоса, находятся уредо- и телейтопустулы. В плодовой оболочке имеется мицелий и уредопустулы, а телейтостадия отмечается всего на двух колосках (7 и 17). В бороздке представлены все формы ржавчины. В одном цветке на стебельке при срезе обнаружены уредоспоры и мицелий.

Характерно отсутствие симптомов ржавчины на щуплых зерновках, включая и окружающие их цветковые чешуйки (15, 16 колоски).

В цветковых чешуйках, находящихся у основания колоса, мало уредопустул и видны единичные телейтопустулы. Выше в цветковых чешуйках уже обилие уредопустул (5, 9, 10, 13, 14 колоски). Уредокучки отмечены только в одном случае (12 колосок).

Обильное развитие мицелия встречаем в колосках нижнего яруса колоса. В мицелии видны подвижные микрозомы (9, 10, 13 колоски). Протоплазматическое содержимое мицелия иногда не бесцветное, как обычно, а бледно-желтого цвета (13 колосок).

В бороздке представлены те же морфологические формы,

которые начинают встречаться в изобилии с 13-й зерновки. Но телейтопустулы еще незрелые.

Предпоследний к вершине колоса колосок (15) чистый, слабо развитый. Соседний с ним колосок (16) тоже чистый.

Выводы: 1) Ржавчина проявилась на протяжении всего колоса. 2) Из спороношений преобладает уредостадия. 3) Уредокучки редки. 4) Телейтостадия только начинает развиваться. 5) В плодовой оболочке сильно разветвленный мицелий. 6) В щуплых колосках отсутствуют симптомы ржавчины.

На шестом сроке посева единичное кущение отмечалось 2—3 октября. Трубкование было одновременное с пшеницей предыдущего срока посева. Колошение наступило тоже одновременно с пшеницей предыдущего срока посева. Но ржавчина появилась 15 мая, т. е. позже выхода пшеницы в трубку.

Распространение ржавчины по колосу довольно своеобразно. Поражением захвачены 1—2 колоска, окруженные чистыми. Но почти все цветковые чешуйки несут симптомы ржавчины; исключение: 2, 5, 6, 14, 17 колоски. Ржавчина находится в уредостадии. Телейтопустулы развились на 2-х цветковых чешуйках (26, 27 колоски) и в плодовой оболочке одной зерновки и глубже у пигментного слоя (15 колосок). Телейтопустулы незрелые. На колосе до двенадцати неразвившихся цветков. Почти все они заражены. Группа колосков (9 по 16), находящаяся в центральной части колоса, выделяется большой представленностью симптомов ржавчины.

В интенсивности развития ржавчины по колосу также замечаются интервалы.

У основания колоса на цветковых чешуйках попадаются единичные уредокучки. Начиная с 8-го колоска, их количество возрастает. Далее уредокучки встречаются все меньше и, наконец, вновь начинает нарастать их количество в 15—19 колосках. Телейтопустулы незрелые и встретились только в трех случаях.

Выводы: 1) Прерывистое расположение ржавчины по колосу. 2) Наиболее интенсивное развитие ржавчины в средней части колоса. 3) Ржавчина не закончила цикла развития (уредостадия). 4) Преобладает наличие уредокучек.

На седьмом сроке посева всходы вышли весною из-под снега в два листа. Трубкование наступило в начале мая, на два дня позже пшеницы предыдущего срока, на котором единичное кущение наблюдалось еще с осени. Заколосилась пшеница одновременно с растениями предыдущего срока. Следовательно, уже в фазу трубкования растения почти догнали пшеницу ранних сроков посева. Ржавчина появилась 22 мая.

На колосках ржавчина слабо проявилась. На цветковых чешуйках девяти колосков она находится в уредостадии. Образование телейтостадии замечается только на цветковых чешуйках четырех колосков у вершины колоса.

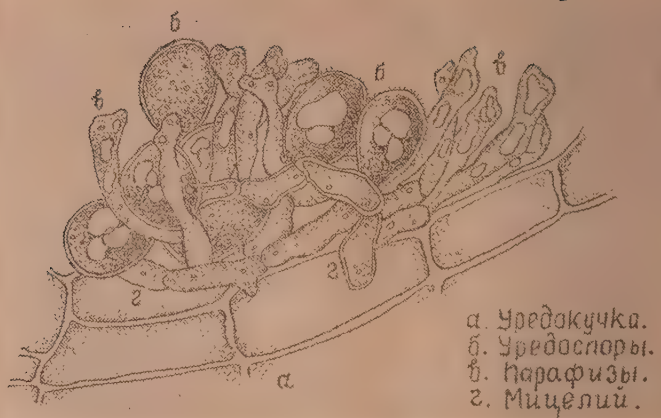


Рис. 1. Формирование уредоспор в уредокучках (ориг.).

Рис. 2. Уредопустулы в тканях 2-х цветковых чешуек, лигуле и в стерженьке (ориг).

На цветковых чешуйках, граничащих с пустыми колосками, симптомов ржавчины нет (1, 3, 6, 8, 12). Из девяти цветков только на цветковых чешуйках двух имеется ржавчина. Преобладает уредостадия в виде уредокучек (15, 19, 20, 23 колоски).

Чешуйки зеленые, в клетках много хлоропластов.

Еще меньше число зерновок с симптомами ржавчины на плодовых оболочках и в более глубоких слоях.

В бороздке сохранились местами хлоропласты и сильно развит мицелий с присосками. Уредовместилища и телейтопустулы расположены симметрично вдоль сосудистого пучка. Телейтопустулы незрелые.

Под колеоризе и пигментным слоем обильная грибница и есть уредовместилища.

За три года анатомических исследований семян впервые на этом материале удалось увидеть начало формирования уредоспор в уредокучках. Споры возникают на мицелии, как хламидоспоры (рис. 1).

Локализация Puccinia glumarum в тканях цветка представлена на р. 2—9.

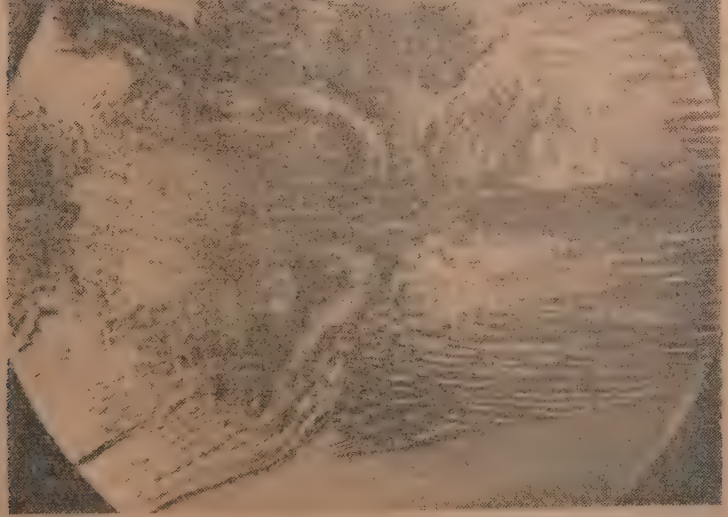


Рис. 3. Цветок непораженный. Нормальная структура тканей.

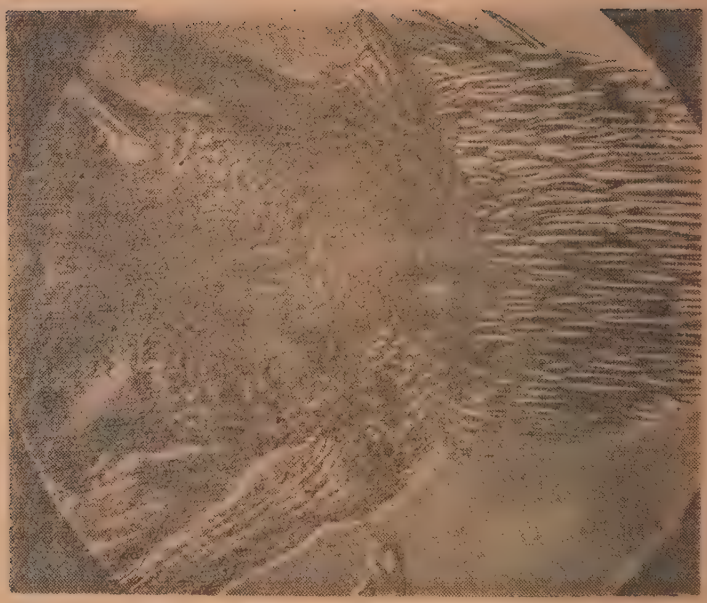


Рис. 4. Цветок (пораженный). Цветковые чешуйки и завязь чистые. В стерженьке у основания завязи уредопустулы.

Выводы: 1) Слабое проявление ржавчины. 2) Преобладает уредостадия: образование телейтостадии только намечается. 3) В бороздке сильно развит мицелий.

3 октября был проведен последний посев. Всходы пшеницы появились из-под снега в фазе 1,5 листа почти одновременно со всходами предшествующего срока. Кущение запоздало на два дня (10 апреля), а трубкование на три дня по сравнению с пшеницей предыдущего срока посева.

Колошение же наступило одновременно (13—17 июня). Ржавчина на листьях появилась в одно время с пшеницей шестого срока посева, т. е. 15 мая.

Характерно слабое проявление ржавчины, сосредоточенное в средней части колоса. На цветковых чешуйках преобладает ржавчина в уредостадии; телейтопустулы отмечаются на единичных чешуйках (12—15 колоски).

В плодовой оболочке ржавчина найдена только на пяти колосках и тоже в уредостадии. В одном колоске (17) впервые в плодовой оболочке обнаружены уредокучки вместо уредопустул, причем они были в изобилии. Здесь сохранились клетки с зелеными хлоропластами. На зерне уредовместилища залегают непосредственно у щитка и под корешком. Они располагаются симметрично вдоль всей бороздки. Вопреки обык-

овению, в бороздке зерновок также нет телейтопустул. В
ветках симптомов ржавчины не найдено (3, 6, 9 колоски).

Выводы: 1. Ржавчина сосредоточена в средней части
олоса. 2. На цветковых чешуйках колоса ржавчина весьма
або проявилась и находится на ранней фазе развития — в
редостадии, реже в телейтостадии. 3. На поверхности зерно-
к и в более глубоких слоях еще меньше симптомов ржавчи-
ы и не наблюдается образования телейтопустул. 4. Как ис-
[illegible] отметили случай нахождения уре-
кучек вместо уредопустул в плодовой оболочке одной зер-
овки.

Рис. 5. Уредопустулы у основания цветковых чешуек и в стерженьке около завязи.

В итоге проведенных анатомических исследований распро-
странения ржавчины по колосу вырисовывается ряд новых
ложений, характеризующих биологические особенности жел-
ой ржавчины.

Развитие ржавчины тесно связано с онтогенезом растения-хозяина, и развитие ржавчины как бы следует за таковым у растения.

Это положение иллюстрируется на графике 1. На нем выведен процент зараженных колосков в колосе с наличием телейтопустул на отдельных частях для каждого срока посева в отдельности.

Так, на пшенице первых двух сроков посева, оказавшихся не совсем благоприятными для развития растений, на колосьях спороношение ржавчины было слабое и незрелое (II-я стадия).

На 3-м и 4-м сроках посева — оптимальных для растений — ржавчина достигает полной зрелости (III-я стадия) и обильно усеивает колос.

На 5-м сроке посева обилие ржавчины, но спороношение незрелое.

Рис. 6. Начало образования телейтопустул у основания завязи.

Рис. 7. В цветковых чешуйках уредопустулы. В стерженьке у основания завязи обилие телейтопустул; телейтопустулы зрелые.

На 6—8-х сроках посева, на которых кущение пшеницы проходило не осенью, а весной — наблюдалось слабое спороношение ржавчины, и ее развитие остановилось на образовании уредопустул.

Отсюда напрашивается вывод, что решающим фактором, обусловливающим степень развития гриба, являются условия, при которых проходило формирование растений на раннем этапе их развития, а именно в фазу кущения.

В пределах самого растения развитие ржавчины зависит, очевидно, от жизненности питающего органа. Гриб интенсивнее спороносит и быстрее заканчивает свой цикл развития в ранее закладывающихся и более мощных зерновках, что имеет место в средней части колоса.

В недозрелых зерновках гриб остается на ранней стадии развития (мицелий или уредостадия) и слабо спороносит. В щуплых зерновках ржавчина совсем не развивается.

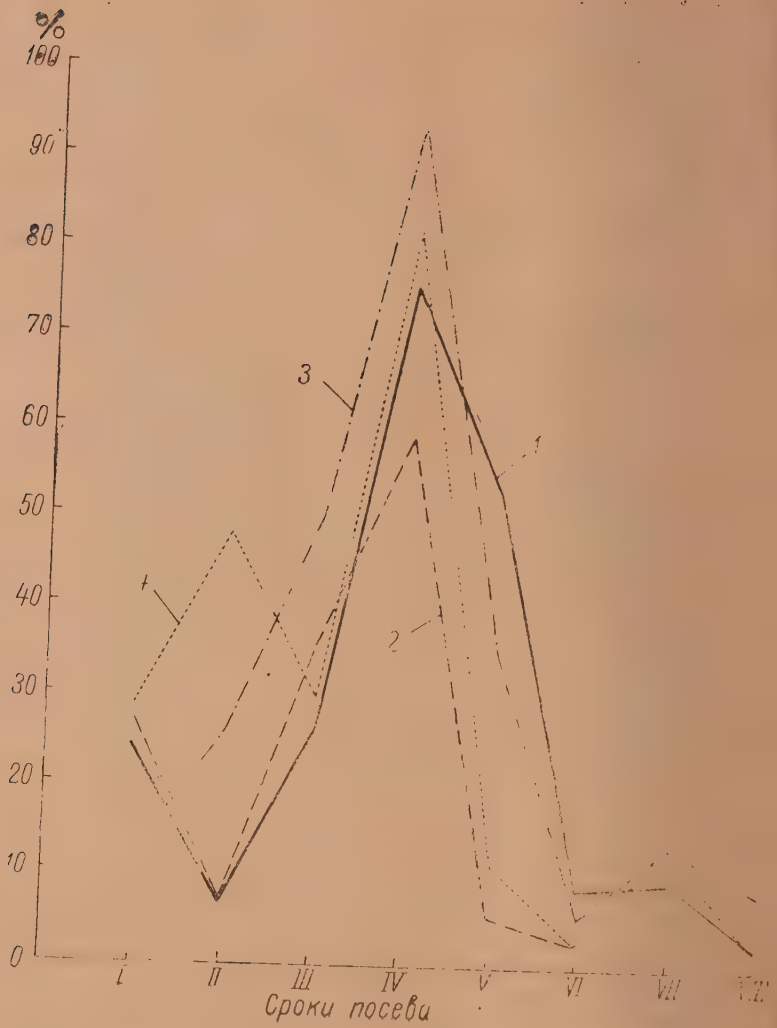


Рис. 8. Локализация телейтопустул в колосе по срокам посева.

1 — бороздка. 2 — пигментный слой.

3 — цветковая чешуйка. 4 — плодовая оболочка.

Характер проявления ржавчины на отдельных частях цветка свидетельствует о том, что инфекция репродуктивных органов имеет место до цветения пшеницы.

Интенсивность и степень развития ржавчины на репродук-

тивных частях растения коррелирует со сроками появления ржавчины на листьях и не зависит от наличия имеющегося запаса воздушной споровой инфекции.

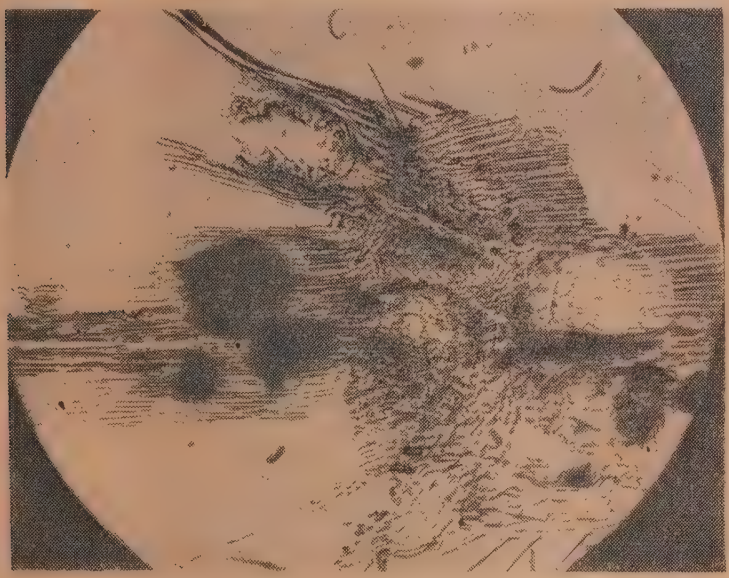


Рис. 9. Уредокучки у основания цветковых чешуек. Телейтопустулы незрелые в тканях лигулы.

М. Ю. СТЕПАНОВА.

РАЗВИТИЕ ВОЗБУДИТЕЛЯ ЖЕЛТОЙ РЖАВЧИНЫ PUCCINIA GLUMARUM В ЛИСТЬЯХ ПШЕНИЦЫ В ТЕЧЕНИЕ ИНКУБАЦИОННОГО ПЕРИОДА

Морфологические формы развития желтой ржавчины в тканях листа были прослежены на искусственно зараженных листьях пшеницы в разных условиях освещения — при естественном свете и в условиях затемнения.

Для искусственного заражения был взят сорт озимой пшеницы ДС-7083, восприимчивый к желтой ржавчине. Инокуляция проводилась уредоспорами P. glumarum происхождения Ленинградской области (г. Павловск). Опыты ставились в 1955 г. в оранжерейных условиях в г. Пушкине в апреле, октябре, ноябре.

Весною искусственное заражение листьев уредоспорами P. glumarum проводилось два раза в виду того, что при первом заражении от 21 апреля зараженность листьев в контроле составляла всего лишь 7,5%, и проследить развитие гриба в тканях листа было затруднительно. При повторной инокуляции 30 апреля мы получили уже более высокий процент заражения листьев (80%).

При инокуляции в октябре получено стопроцентное заражение и удалось наблюдать четкую картину проникновения и развития гриба P. glumarum в тканях листьев.

Опыты с искусственным заражением в условиях этиоляции проводились только в поздний период, в ноябре, причем ставились неоднократно в виду слабого заражения растений в контроле (3—5%). Всего было заражено 100 растений и просмотрено 1000 срезов.

Методика. Предварительно семена замачивались в воде на одни сутки. Число растений в горшках 5. Искусственное заражение листьев уредоспорами P. glumarum проводилось в фазу всходов, на 5—8-й день, при температуре 16—18°С. Заражалась вершина листа, отступя от края на 5 мм. Затем инокулированные растения помещались во влажную камеру на одни сутки. Одновременно с инокуляцией проверялась жизне-

способность уредоспор P. glumarum. Через сутки после искусственного заражения производились продольные срезы кусочка листа, через место инокуляции, посредством замораживающего микротома. Толщина среза 5 μ. Срезы просматривались при увеличении микроскопа 1250.

При неоднократном проращивании уредоспор наблюдалась неодинаковая способность их к прорастанию. В одних и тех же условиях температуры, влажности и света уредоспоры иногда прорастали слабо или совсем не прорастали. Однако при опытах с инокуляцией мы замечали, что споры из серии не прорастающих в воде были способны вызвать стопроцентное заражение растений. Поэтому мы вправе считать, что для исхода опытов с искусственным заражением жизнеспособность уредоспор не является критерием, так как вирулентность их может быть гораздо выше процента прорастания. Очевидно, на листе создаются благоприятные условия для их прорастания, пока неизвестные (возможно, выделение растением кислорода, который необходим грибу, и т. д.).

Эриксон (1901), А. А. Ячевский (1909), Н. А. Наумов (1939) в своих исследованиях также ссылаются на «капризное», «вялое» прорастание уредоспор P. glumarum. Аллен (1955) в опытах по проращиванию уредоспор ржавчинных грибов наблюдала большие колебания в проценте их прорастания. Это явление она объясняет выделением уредоспорами при проращивании особых веществ — ингибиторов, задерживающих прорастание спор. Ингибиторы возникают в ничтожных количествах но чем больше берется спор в опытах, тем больше выделяется ингибиторов. Ингибиторы могут возникать как в спорах грибов, так и семенах и у некоторых растений в пыльцевых зернах.

РАЗВИТИЕ P. GLUMARUM В УСЛОВИЯХ ЕСТЕСТВЕННОГО СВЕТА

Ниже приводим результаты наших исследований.

Через 1—2-е суток после инокуляции на поверхности срезов попадаются уредоспоры с ярко окрашенным содержимым желтого цвета. Некоторые из них проросли, образуя ростовую гифу; последняя обычно проникает через устьице и образует под ним подустьичный «мешок». Подобное явление описывается в работах Линдфорс (1924) и Аллен (1928). Некоторые уредоспоры, прорастая, иногда изливают свое содержимое наружу (рис. 1).

Содержимое как в ростовой гифе, так и в подустьичной состоит из протоплазмы с желтым или бесцветным включениями (см. рис. 2, 3, 5).

Проникновение инфекции происходит только через устьице, так как неоднократно наблюдалось полное отмирание

ростовой гифы у проросших уредоспор, если последняя не достигала устьица.

Э. Гойман (1954) пишет, что ростковые трубки уредоспор P. coronata сначала, по-видимому, «бесцельно» блуждают по поверхности листа. Оказавшись же поблизости от устьица, содержимое конца ростовой гифы проникает в него. На 3-и сутки мы отмечали в тканях верхнего эпидермиса, преимущественно около устьиц, наличие коротких гиф гриба, разнообразной формы и размеров, распространенных по межклетникам ткани. Они бесцветны и имеют едва заметную оболочку, иногда двуядерные. Эта форма гиф обнаруживалась при увеличении в 1250 (микроскоп Рейхерта). Данное увеличение давало нам возможность обнаружить гриб в этот период его

рис 1

рис 4

рис. 2

рис 3

рис 5

развития. В одном из срезов под устьицем был отмечен мицелий в виде короткой гифы, состоящий из округлых вздутий разнообразной формы, соединенных между собою. В каждом

из этих сегментов было плазматическое содержимое, а в одном из них пара ядер (рис. 4).

В период от 1—3 суток после инокуляции мицелий очень слабо развит, локализируется преимущественно около устьиц и распространение его вглубь ткани листа идет чрезвычайно медленно. Структура клеток и хлоропластов не нарушена. Линдфорс (1924) отмечает, что уже на 3-й день после инфекции плазма гриба имеет очень тонкую оболочку и большое количество ядер в клетках. Нам не приходилось наблюдать обилия ядер как в коротких гифах, так и в хорошо развитом мицелии. Количество ядер в наших исследованиях не превышало 2—4-х (окраска по Гимза). Однако, вышеупомянутый автор указывает, что в определенный момент развития гриба ядра плохо обнаруживаются, а перед образованием уредоспор сокращаются в мицелии до 2-х в каждой клетке.

рис.6

рис.8

рис.7

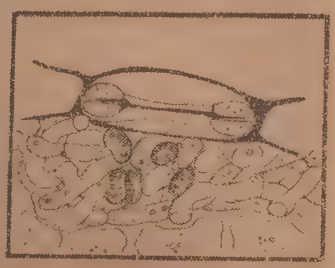


рис.9

Через 6—8 суток мы отмечали незначительный хлороз в местах инокуляций листьев и нарушение структуры клеток в срезах; хлоропласты светло-зеленые, мелко зернистой структуры. Отмечалось также обилие мицелия в межклетниках паренхимы листа. Мицелий густо заполнен бесцветным плазматическим содержимым. В своей растущей части мицелий иногда несет по 1—2 ядра (окраска по Гимза, см. рис. 6).

В период 6—8 суток происходит наиболее интенсивный рост гриба. В это время отмечается обилие мицелия во всех слоях ткани листа по межклетникам. Изредка здесь же попадаются короткие гифы гриба.

Сильный хлороз в местах инокуляций листьев и нарушение структуры клеток с разрушением хлоропластов мы отмечали на 10—12 сутки после инокуляции. Хлоропласты мелкие, желтовато-коричневого цвета. Расположение их в клетках беспорядочное. В этот период развития гриба обычно наблюдаем стягивание мицелия к устьицам и скопление последнего в виде «клубка», что свидетельствует о начальном образовании пустул (рис. 7). Мицелий в более глубоких слоях паренхимы листа редуцируется, образуя тонкие нити, едва заметные на фоне стенок клеток (рис. 10). В некоторых срезах у мицелия, в его растущей части отмечаем наличие перегородок и пары ядер (окраска по Гимза, см. рис. 8).

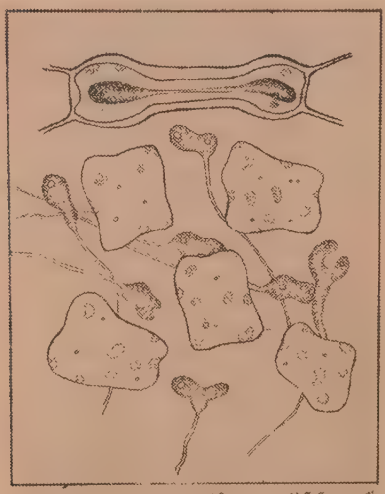


Рис. 10

Образование пустул и наличие хлоротичных пятен ниже места инокуляции мы отмечали на 14—15 сутки. В этот период в местах образования пустул структура клеток полностью была нарушена и только отдельные клетки сохранили нормальный вид. В местах образования пустул хлоропласты отсутствуют. Уредопустулы обильные, некоторые из них прорывают верхний эпидермис листа. Образование уредопустул наблюдается преимущественно около устьиц. Перед образованием пустул мицелий обычно двуядерный и образует наибольшее количество перегородок (см. рис. 9). Подобные данные приводятся в работах Клебан (1904 г.), Линдфорс (1924) и Аллен (1928).

Аллен, работая с фиксированным материалом и с применением красителей (гемотоксилин, генциан-виолет, сафранин) обнаружила в грибнице большое количество ядер: от 2—4 до 40 штук. Мы, работая с живым материалом и применяя окраску по Гимза (ядерная), никогда не отмечали такого большого количества ядер, а лишь в редких случаях обнаруживали одно, два—четыре ядра и то преимущественно в растущей части грибницы, в период ее более интенсивного роста и развития, а

затем перед началом образования спор. Далее в своей работе Аллен упоминает о наличии гаусторий, мы же типичных гаусторий не отмечали, хотя нами было просмотрено колоссальное количество срезов как на материале P. glumarum, так и на материале других ржавчинных грибов (P. triticina, P. graminis).

РАЗВИТИЕ P. GLUMARUM В УСЛОВИЯХ ЭТИОЛЯЦИИ

Методика. После посева семян в горшки, последние помещались в затемненную камеру, где и выращивались. Искусственное заражение этиолированных листьев уредоспорами проводилось в фазе всходов, на 4—5 день.

После инокуляции, растения на одни сутки помещались во влажную камеру. Параллельно инокулированные контрольные растения выращивались на свету.

Инокуляция листьев проводилась дважды в виду очень слабого процента заражения (в контроле от 2—5%), поэтому трудно было проследить за проникновением инфекции в ткань этиолированного листа. Срезы искусственно зараженных листьев и контроля микроскопировались по дням с момента заражения и до конца инкубационного периода. Всего просмотрено 300 срезов.

Ниже приводим результаты наших исследований.

Через 2-ое суток после инокуляции в этиолированных растениях мы отмечали нарушение структуры клеток, отсутствие хлоропластов и наличие в клетках мелкозернистых включений слабожелтого цвета. В единичных срезах мы отмечали около устьиц наличие гриба в виде коротких гиф с бесцветным содержимым и очень тонкой оболочкой.

При последующих просмотрах через 4—5—8—10—12—14—16 суток мы уже не встречали никаких признаков гриба, в то время как в контроле на 12 сутки мы отмечали проявление мелких единичных пустул в местах инокуляции.

После 16-ти суток этиоляции зараженные растения были выставлены на свет. Через несколько дней на этих растениях появились единичные пустулы.

ВЫВОДЫ

1. Подтверждается, что проникновение споровой инфекции P. glumarum в лист происходит только через устьица.

2. Через сутки—двое после инокуляции гриб проникает в ткань верхнего эпидермиса, образуя подустьичный «мешок», или ростовую гифу, иногда двуядерную.

3. Первые четверо суток гриб очень медленно развивается в тканях листа в виде коротких гиф и локализируется преимущественно около устьиц в клетках верхнего эпидермиса.

4. На 6—8-е сутки происходит наиболее интенсивный рост ржавчины и распространение по всей ткани листа. Через 11—14 суток отмечается образование пустул (при 16—18°С). В местах образования пустул происходит нарушение структуры клеток листа и полное разрушение хлоропластов.

5. Тонкостенный, малосептированный мицелий ржавчинного гриба хорошо различим в ткани растения в своей растущей части перед и в момент образования спороношения, около устьиц. Остальная же часть лишена содержимого, редуцирована в слабо различимые в ткани паренхимы, тонкие бесцветные гифы.

6. В условиях этиоляции также происходит заражение листа, но гриб, проникая в ткань, образует только короткие гифы мицелия, и на этом развитие, по-видимому, приостанавливается. Однако при перемещении этиолированных растений в условиях естественного света развитие ржавчины возобновляется, и гриб способен давать спороношение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гойман Э., 1954. Инфекционные болезни растений. Перевод с немецкого. Издательство иностранной литературы. Москва.

2. Наумов Н. А., 1939. Ржавчина хлебных злаков в СССР Сельхозгиз.

3. Ячевский А. А. 1909. Ржавчина хлебных злаков в России. Труды Бюро по микологии и фитопатологии № 4.

4. Allen R., 1928. A cytological study of Puccinia glumarum on Bromus marginatus and Triticum vulgare. Repr. from. Journ. of agr. res., vol. 36, № 6 pp. 487—513.

5. Allen R., 1955. The role of a self — inhibitor in the germination of rust uredospores. Phytopathology, vol. 45, N 5 pp. 259—266.

6. Eriksson J., 1901. Sur l'origine et la rouiela des cereales par la semence. Annales des Sciences naturelles, serie 8 (Botanigue) I, XIV. pp. 1—124.

7. Lindfors T., 1924. Studien über den Entwicklungsverlauf bei einigen Rostpilzen aus zytologischen und anatomischen Gesichspunkten. Diss. Uppsala, 1924.

И. А. ШИФМАН, М. Ю. СТЕПАНОВА.

ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ БУРОЙ РЖАВЧИНЫ ПШЕНИЦЫ ПО РАСТЕНИЮ

В литературе существует признанное мнение ряда исследователей (Н. А. Наумов, 1939; Л. И. Курсанов, 1941 и др.) о том, что бурая ржавчина пшеницы имеет местный мицелий, распространяющийся от места первоначальной инфекции всего лишь на 1—2 мм. Сильное заражение всего растения – есть результат многократной инфекции.

Однако многолетние наблюдения ряда других исследователей, в том числе и наши, показали, что в период вегетации пшеницы ржавчина распределяется по растению закономерно, от нижних ярусов к верхним. Это явление исследователи объясняли физиологической разнокачественностью листьев пшеницы разных ярусов. Высказывались предположения и о диффузном распространении мицелия по растению, но без прямых к тому доказательств.

Нами было отмечено, что в условиях оранжереи растения пшеницы, зараженные восточносибирской формой бурой ржавчины в фазу первого листа, через определенное время начинают покрываться уредо- и телейтопустулами гриба, причем, последовательно, от нижних ярусов к верхним. Вместе с тем, в оранжерее отсутствовали условия, способствующие распространению и прорастанию спор — движение воздуха и капельно-жидкая влага.

Телейтопустулы располагались на листьях и влагалищах беспорядочными штрихами и отличались по внешнему виду от телейтопустул, образующихся вокруг первичной уредоинфекции. С целью тщательной проверки наших наблюдений мы заложили опыт, в котором озимая пшеница сорта Диамант была посеяна в четыре горшочка по 5 семян в каждом. Листья готовых к инокуляции растений ближе к основанию обворачивались влажной фильтровальной бумагой. Инокулюм в виде уредоспор наносился кисточкой на кончики листьев так, чтобы предотвратить осыпание уредоспор. 15 растений (3 горшочка) были инокулированы восточносибирской формой бурой ржав-

чины пшеницы, 5 растений (1 горшочек) — ленинградской формой этой же ржавчины. Все растения были поставлены на двое суток во влажную камеру.

Через 7 суток заболевание проявилось на всех инокулированных растениях.

Через 5 суток после проявления заболевания у пяти растений, зараженных бурой ржавчиной из Восточной Сибири, были срезаны листья первого яруса так, что линия среза лежала на 1,5—2 мм ниже хлоротической зоны, образовавшейся вокруг крайней к основанию пустулы. Через 5 дней на линии среза 3-х листьев появились мелкие уредопустулы, которые продолжали нормальное развитие (рис. 1).

Рис. 1. Уредопустула на линии среза, образовавшаяся через 5 дней после обрезания зараженного листа.

Этот опыт свидетельствует о том, что мицелий гриба распространяется от места первоначальной инфекции не на 1—2 мм, как это указано в литературе, а гораздо дальше. На всех остальных растениях вокруг первичной инфекции через 6—8 суток стали появляться концентрические кольца уредопустул (у обеих форм ржавчины). Еще через 5—7 суток появилось второе кольцо уредопустул.

На пшенице, зараженной восточносибирской формой бурой ржавчины, примерно через такой же промежуток времени вокруг уредопустул начинает закладываться сплошное кольцо телейтопустул шириной в 1,5—2 мм.

На пшенице же, зараженной ленинградской формой ржавчины, развитие заболевания дальше образования уредопустул не идет (рис. 2).

На этом как бы заканчивается распространение ржавчины, но через 7—10 дней на пшенице, зараженной восточносибирской формой бурой ржавчины, на неинокулированной части листа стали появляться мелкие уредопустулы и почти одно-

временно с ними телейтопустулы в виде штрихов. Штрихи телейтопустул появляются и на влагалище первого листа, но более длинные, затем на влагалище и листе второго яруса и, наконец, на влагалище и листе третьего яруса. Дальнейшие наблюдения прекращались из-за обилия мучнистой росы. Уредо- и телейтопустулы, возникающие от диффузного мицелия, были мельче и имели другой характер расположения (рис. 3).

На растениях, зараженных ленинградской формой ржавчины, заболевание в течение 2-х месяцев не пошло дальше второго кольца уредопустул и не распространилось за пределы первого инокулированного листа.

Рис. 2. Вверху — лист пшеницы, зараженной восточносибирской формой бурой ржавчины; внизу — ленинградской формой (заболевание одинаковой продолжительности).

С целью предотвращения осыпания уредоспор с инокулированных листьев мы через сутки отряхивали их в пробирки.

Следует отметить, что ленинградская форма бурой ржавчины пшеницы в условиях оранжереи совершенно не образует телейтоспор. Бурая же ржавчина из Восточной Сибири в тех же условиях образует телейтоспоры сравнительно быстро еще на зеленых листьях. Мы предполагаем, что основным фактором диффузного распространения бурой ржавчины по растению является ее способность образовывать телейтоспоровую стадию. Однако это свойственно не всем расам бурой ржавчины пшеницы, а только происходящим из определенных географических зон, как, например, из Восточной Сибири (Черемховский район). По-видимому, здесь сказывается какое-то особое физиологическое состояние мицелия в момент закладки телейтоспор.

Ленинградская форма ржавчины в природных условиях

также не лишена способности образовывать телейтоспоры и, по-видимому, способности диффузного распространения мицелия по растению.

Для подтверждения наших наблюдений над бурой ржавчиной пшеницы нами единовременно были проведены гистологические наблюдения за ходом распространения ржавчины по растению. Срезы были сделаны через влагалища и листья всех ярусов зараженной ржавчиной пшеницы как через места образования пустул, так и через участки листьев и влагалищ, свободных от видимой инфекции (на 5—10 и более миллиметров от пустул).

Рис. 3. Распространение ржавчины по растению от первого инокулированного листа.

Срезы делались на замораживающем микротоме при помощи картофельных блоков. Толщина срезов 5 μ. Просматривались они через бинокулярный микроскоп Рейхерта при увеличении в 1250 раз (без иммерсии).

Ниже приведены результаты этих исследований.

В местах образования пустул, то есть около устьиц отмечается наличие обильной бесцветной пустой грибницы, а также наполненной содержимым. Грибница пронизывает в этом месте всю пластинку листа.

При просмотре срезов через листья на расстоянии 5—10 мм от пустул (к вершине и основанию листа) в межклетниках паренхимы было отмечено наличие кусочков грибницы, наполненной содержимым и несущей, как правило, пару ядер. Остальная часть грибницы, идущая от этих хорошо различимых кусочков мицелия, лишена содержимого и редуцирована в тонкие нити, трудно отличимые от стенок клеток паренхимы (рис. 4).

Вот почему, просматривая срезы, сделанные на расстоянии 5—10 мм от пустулы, мы лишь иногда обнаруживаем окончания гиф, наполненных содержимым.

Иногда на участке, свободном от уредопустул, в срезах

около устьиц мы находили скопление грибницы в виде «узлов», что является признаком зачатка уредопустулы. Гифы здесь несут ядра, концы её отделены перегородкой.

Срезы через влагалища листьев первого, второго и третьего ярусов дали следующую картину. На влагалище первого листа при наружном осмотре было отмечено наличие штрихов, слабо окрашенных в коричневый цвет. При микроскопическом анализе в этих местах мы находили слабо развитую бесцветную грибницу, в единичных случаях находили скопление мицелия в виде «узлов».

Рис. 4. В ткани листа виден мицелий гриба в своей растущей части.

В срезах, сделанных через влагалища листьев второго и третьего ярусов, только в двух случаях из 50 была найдена грибница.

Срезы через влагалища листьев прозрачны, так как хлоропласты в этих участках растения очень слабо окрашены, и поэтому такая бесцветная грибница ржавчинного гриба трудно различима.

Нами просмотрены срезы и через такие участки, где гриб распространяется радиально от первичной пустулы до концентрического кольца уредопустул. В этом случае мы также наблюдали характерную картину: в непосредственной близости от первичной пустулы имеет место обильная грибница, на некотором же расстоянии — полное отсутствие ее, и лишь иногда встречались неопределенной формы кусочки мицелия, наполненные содержимым. У края хлоротической зоны, перед закладкой концентрического кольца уредопустул, снова обнаруживали на определенном расстоянии друг от друга обильное скопление грибницы в виде «узлов». Аналогичная картина повторялась при просмотре срезов во время образования второго кольца уредопустул.

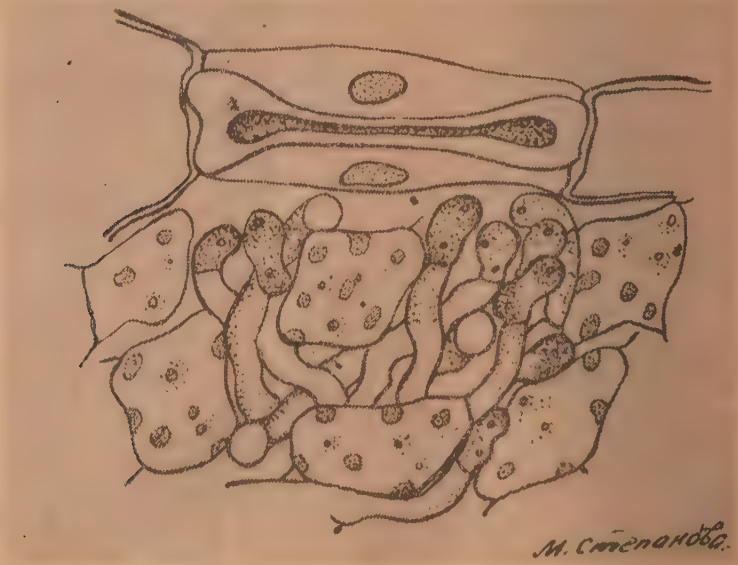


Рис. 5. Мицелий гриба перед закладкой уредопустулы.

Таким образом, из многочисленных наблюдений мы убедились в том, что мицелий ржавчинного гриба хорошо различим в местах образования уредо- и телейтопустул, а также в своей растущей части. Остальная же часть мицелия лишена содержимого и редуцируется до тонкостенных мицелиальных нитей, плохо различимых в ткани растения.

Анализируя подопытные растения анатомическим методом в конце вегетации, мы отметили также наличие обильной пустой и редуцированной грибницы, а также наполненной содержимым. Местами грибница около устьиц образует густое сплетение в виде «узлов».

Растение было обильно покрыто мелкими уредо- и беспорядочно разбросанными телейтопустулами.

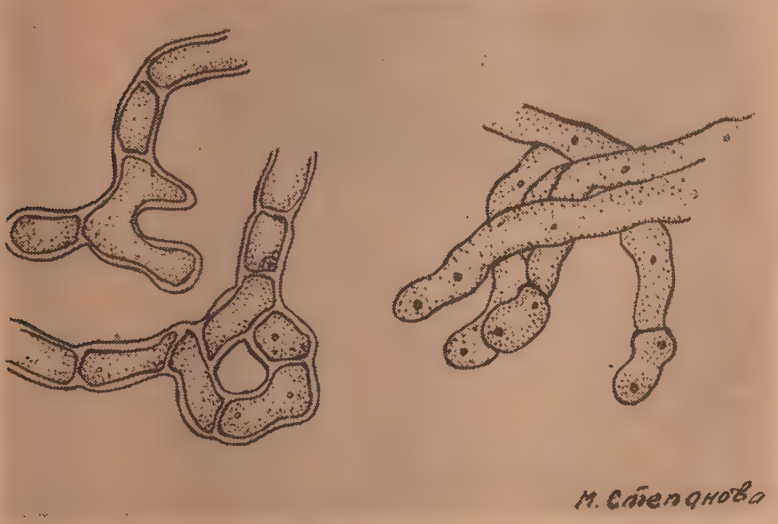


Рис. 6. Слева — мицелий возбудителя мучнистой росы, справа — бурой ржавчины пшеницы.

Просматривая очень большое количество срезов через листья пшеницы как искусственно, так и естественно зараженных Puccinia triticina и P. glumarum, мы часто наблюдали наличие грибницы возбудителя мучнистой росы. Однако последняя довольно хорошо отличима от мицелия ржавчинного гриба. Мицелий последнего тонкостенный, прозрачный, малосептированный, мучнисторосяной гриб имеет толстостенный мицелий, с частыми перегородками, располагающийся всегда на поверхности срезов (в тканях верхнего эпидермиса).

ВЫВОДЫ

1. Восточносибирская форма бурой ржавчины пшеницы от места первоначальной инфекции распространяется по растению диффузно, от нижних ярусов к верхним, причем, вторичные уредо- и телейтопустулы отличаются по внешнему виду от первичной инфекции.

2. Ленинградский изолят бурой ржавчины пшеницы в условиях оранжереи телейтоспор не образует, и заболевание от места первоначальной инфекции дальше инокулированного листа не распространяется.

3. Тонкостенный, малосептированный мицелий ржавчинного гриба хорошо различим в ткани растения в своей растущей

части, перед и в момент образования спороношения около устьиц. Остальная же часть мицелия лишена содержимого, редуцирована в слабо различимые в ткани паренхимы тонкие бесцветные гифы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Курсанов Л. И., 1940. Микология.
2. Наумов Н. А., 1939. Ржавчина хлебных злаков в СССР.
3. Eriksson J., 1922. La theorie du mycoplasma. Bull. monsuel des Renselg agric. Maladies des plantes Annee XIII, N 3, pp. 1—12.

В. П. НИЛОВА, Н. Г. СТЕПАНОВА.

О ВЛИЯНИИ БУРОЙ РЖАВЧИНЫ НА ОБМЕН ВЕЩЕСТВ ПШЕНИЦЫ

Поражение растений ржавчинными грибами влияет на их жизнедеятельность. По литературе известно много исследований, в которых обоснована вредоносность этих заболеваний. По отдельным вопросам всеми исследователями получены вполне согласованные результаты. Например, изучая влияние различных видов ржавчины на растения, многие авторы установили, что у пораженных растений резко возрастает транспирация и усиливается дыхание. При развитии уредо- и телейтопустул ржавчинных грибов в листьях пораженных растений снижается содержание хлорофилла.

Однако по другим вопросам физиологии больного растения высказываются противоречивые мнения. Например, одни авторы считают, что снижение фотосинтетической активности растения идет параллельно с усилением заболевания и имеет место при самом слабом развитии гриба (1, 2, 3). Другие авторы считают, что снижение фотосинтетической активности у растения имеет место только при очень сильном развитии заболевания; при слабой степени поражения ржавчиной фотосинтетическая активность растения, наоборот, усиливается (4).

По вопросам о влиянии ржавчинных заболеваний на углеводный и белковый обмен растений, на характер изменений активности окислительных ферментов и т. д. между исследователями также нет единого мнения (5, 6, 7, 8). Надо иметь в виду, что разные авторы работали с разными видами ржавчинных грибов, принадлежащих к роду Puccinia. Поэтому факты, установленные на одном виде ржавчины, далеко не всегда могут быть экстраполированы на другие виды. Кроме того, часто лица, работавшие даже с одними и теми же объектами, для решения одного и того же вопроса применяли разные методы исследования. Не было полной идентификации условий для развития паразита. Отсюда неизбежна и пестрота выводов, которые были сделаны по этим вопросам питания гриба и вредоносности ржавчинных заболеваний.

В порядке накопления фактического материала по этим вопросам нами были предприняты настоящие исследования.

Работа была проведена на озимой пшенице сорта ДС 7083, сильно восприимчивой к бурой ржавчине, с применением метода искусственного заражения. Растения выращивались в вегетационных сосудах, при влажности почвы в 60% от полной влагоемкости. В возрасте 7-ми дней у подопытных растений заражались первые листья всходов. Биохимические исследования проводились на шестой день после заражения при внешне видимом проявлении инфекции на зараженных листьях и на десятый день — при полном развитии уредопустул гриба. Одновременно анализировались также соответствующие листья одновозрастных контрольных, незараженных растений. Средняя проба листьев для биохимического анализа отбиралась с 60—70-ти растений.

Из полученных результатов исследований мы могли видеть, что под влиянием заражения первого листа всходов пшеницы уредоспорами бурой ржавчины как в зараженном листе, так и в более молодых листьях, лежащих выше по стеблю (втором и третьем), содержание сухого вещества ниже, чем в таких же листьях контрольных растений (табл. 1).

Таблица 1

Влияние бурой ржавчины на содержание сухого вещества в листьях всходов пшеницы (в %)

		В день заражения 1|VII	Проявление инфекции 6|VII	Обильное развитие уредопустул 10|VII
1-й лист	Контрольные растения	13,0	15,0	17,7
	Зараженные листья подопытных растений	13,0	14,78	15,67
2-й лист	Контрольные растения	—	13,47	14,38
	Подопытные растения	—	12,96	14,08
3-й лист	Контрольные растения	—	15,32	12,92
	Подопытные растения	—	15,26	12,31

Небольшие различия в содержании сухого вещества в листьях контрольных и зараженных растений обнаружились уже при первых признаках проявления инфекции, т. е. при появлении так называемой «мраморности» листа. Еще отчетливее эти различия выступают при полном развитии уредопустул гриба.

При первых признаках проявления инфекции в сухом веществе зараженных листьев наблюдается пониженное содержание сахаров (табл. 2).

Таблица 2

Влияние бурой ржавчины на содержание растворимых сахаров в листьях всходов пшеницы
(в процентах на сухое вещество)

		В день заражения, 1|VII			Проявление инфекции, 6|VII			Обильное развитие уредопустул, 10|VII		
		сумма	редуцированных	инвертных	сумма	редуцированных	инвертных	сумма	редуцированных	инвертных
1-й лист	Контрольные растения	14,84	4,84	10,0	17,85	5,85	12,0	19,99	5,37	14,62
	Зараженные листья подопытных растений	—	—	—	17,18	5,37	11,81	19,14	4,91	14,23
2-й лист	Контрольные растения	—	—	—	19,28	5,84	13,44	19,61	5,45	14,16
	Подопытные растения	—	—	—	19,28	5,58	13,70	19,20	5,68	13,52
3-й лист	Контрольные растения	—	—	—	—	—	—	17,26	5,06	12,20
	Подопытные растения	—	—	—	—	—	—	17,68	5,15	12,53

На первых этапах развития гриба наиболее заметно снижается содержание моносахаров. Пониженное содержание сахаров в листьях зараженных растений наблюдается и при полном развитии уредопустул гриба. Реальное уменьшение содержания сахаров за счет питания гриба имеет место, по-видимому, только в пределах зараженного органа. Мы склонны полагать, что для развития споровой инфекции бурой ржавчины жизненно необходимыми являются наиболее простые формы сахаров и даже более простые по строению вещества промежуточного биосинтеза растений.

Небольшое снижение содержания инвертных сахаров в первых листьях подопытных растений является, по-видимому, следствием израсходования их на усиленное дыхание зараженного органа. Во вторых листьях подопытных растений, не подвергавшихся заражению, в период когда на зараженных листьях развиваются уредопустулы, процентное содержание инвертных сахаров было также ниже, чем в таких же листьях контрольных растений. Эти различия мы также склонны объяснить усиленным расходом дисахаров на более интенсивное дыхание больных растений.

Повышение процентного содержания сахаров в третьем листе подопытных растений является относительным и объясняется более высокой оводненностью тканей этих листьев по сравнению с такими же листьями контрольных растений.

Развитие уредопустул бурой ржавчины пшеницы существенно влияет также на белковый обмен зараженного растения, снижая его суммарный азотный баланс (табл. 3).

Таблица 3

Влияние бурой ржавчины на содержание общего азота в листьях пшеницы

(в процентах на сухое вещество)

		В день заражения 1/VII	Проявление инфекции 6/VII	Обильное развитие уредопустул 10/VII
1-й лист	Контрольные растения	6,85	6,29	5,71
	Зараженные листья подопытных растений	—	5,31	4,19
2-й лист	Контрольные растения	—	6,50	5,94
	Подопытные растения	—	5,94	5,29
3-й лист	Контрольные растения	—	—	6,14
	Подопытные растения	—	—	5,50

Из приведенных данных видим, что в листьях подопытных растений процентное содержание суммы азотистых веществ значительно ниже, чем в подобных листьях контрольных рас-

тений. Это явление не ограничивается пределами только одного зараженного органа, а наблюдается и в листьях, расположенных выше по стеблю растений, внешне здоровых. Эти различия настолько значительны, что вряд ли их можно объяснить прямым потреблением азотистых веществ растения на питание и построение тела гриба. По-видимому, развитие уредопустул бурой ржавчины на листьях пшеницы либо ослабляет способность растения усваивать азот из почвы, либо влияет на те этапы биосинтеза растения, которые связаны с синтезом азотсодержащих компонентов в листе.

Нам представлялось интересным выяснить, на какие стороны белкового обмена растения наиболее существенно влияет развитие уредопустул бурой ржавчины. Исследование показало, что под влиянием развития уредопустул гриба в зараженных растениях сильно снижается содержание водорастворимых форм азота, в том числе аминокислот и полипептидов. Процентное же содержание «белкового» азота в листьях зараженных растений даже несколько выше, чем в соответствующих одновозрастных листьях контрольных растений. На первом листе всходов пшеницы (сорт — ДС 7083) у восемнадцатидневных растений под влиянием развития бурой ржавчины обнаруживаются заметные различия в содержании отдельных форм азота (табл. 4).

Таблица 4

Влияние бурой ржавчины на содержание различных форм азота в листьях озимой пшеницы ДС 7083

(в процентах на сухое вещество)

	Водорастворимый азот		Азот аминных и карбоксильных групп[1]		Белковый азот[2]	
	контрольные растения	подопытные растения[3]	контрольные растения	подопытные растения	контрольные растения	подопытные растения
1-й лист[3]	2,04	1,44	2,0	1,38	3,55	40,2
2-й лист	1,38	1,12	1,23	1,08	4,31	4,65
3-й лист	1,17	0,92	0,88	0,62	4,60	4,80

На основании полученных данных можно заключить, что развитие уредостадии бурой ржавчины вызывает глубокие нарушения белкового обмена пшеничного растения. Уредопустулы ржавчины образуются только на живом, фотосинтезирую-

[1] По методу Гарриса.

[2] По методу Барнштейна.

[3] Заражались только 1-е листья шестидневных растений. 2-е и 3-и листья зараженных растений уредопустул на себе не имели.

щем растении. При заражении этиолированного растения внедрение паразита осуществляется, но развитие его до образования пустул не доходит. Все попытки получения уредоспор ржавчины при культивировании ее на искусственных средах пока кончались неудачей.

Это объясняется тем, что in vitro очень трудно создать качественный набор и последовательную смену тех веществ, которые образуются в живом растении в процессе его фотосинтеза, к которым ржавчина, как облигатный паразит, эволюционно приспособлена. Поэтому можно допустить, что пониженное содержание легкорастворимых азотсодержащих веществ в листьях зараженных растений является следствием того, что ржавчинный гриб в процессе своего развития потребляет часть тех промежуточных продуктов фотосинтеза растения, которые у незараженного растения полностью участвуют в биосинтезе азотсодержащих веществ.

Развитие бурой ржавчины действительно существенно снижает содержание хлорофилла и, наряду с этим, резко повышает содержание каротиноидов в листьях пшеницы (табл. 5).

Таблица 5

Влияние бурой ржавчины на содержание хлорофилла и каротиноидов в листьях озимой пшеницы

		Хлорофилл (в % % на сухое вещество)			Каротиноиды (в мг % на абс. сух. в-во)		
		в день заражения, 1|VII	проявление инфекции, 6|VII	обильное развитие уредопустул, 10|VII	в день заражения, 1|VII	проявление инфекции, 6|VII	обильное развитие уредопустул, 10|VII
1-й лист	Контрольные растения	0,285	0,305	0,276	73	135	745
	Зараженные листья подопытных растений	—	0,278	0,150	—	159	892
2-й лист	Контрольные растения	—	0,246	0,184	—	171	728
	Подопытные растения	—	0,183	0,146	—	176	954
3-й лист	Контрольные растения	—	—	0,227	—	—	—
	Подопытные растения	—	—	0,192	—	—	—

Из приведенных данных видим, что под влиянием развития уредопустул бурой ржавчины содержание пигментов изменяется не только в зараженном листе, но и в более молодых,

вышележащих незараженных листьях подопытных растений. Снижение содержания хлорофилла связано с общим снижением содержания азотистых веществ в листьях зараженных растений.

Повышенное содержание каротиноидов возможно объяснить наличием в тканях зараженного листа большого количества сформировавшихся уредоспор ржавчины, очень богатых каротиноидами. Однако увеличение содержания каротиноидов в вышележащем незараженном листе заставляет думать, что развитие гриба вызывает специфическую перестройку обмена веществ растения-хозяина.

ВЫВОДЫ

1. Развитие споровой инфекции бурой листовой ржавчины пшеницы и образование на листьях всходов уредопустул гриба существенно влияют на обмен веществ растения-хозяина.

2. За период развития гриба в листьях всходов пшеницы происходит: а) увеличение оводненности тканей и увеличение процентного содержания «белкового» азота и каротиноидов; б) снижение суммы азотсодержащих веществ, в том числе водорастворимого азота и азота аминных и карбоксильных групп.

3. Названные изменения не ограничиваются пределами зараженного органа, но они имеют место и в более молодых листьях, расположенных выше по стеблю и не несущих на себе пустул гриба.

4. Снижение содержания моносахаров за счет питания гриба ограничивается пределами зараженного листа. Снижение содержания инвертных сахаров в листьях зараженных растений, по-видимому, является следствием усиленного дыхания растения, пораженного ржавчиной.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кокин А. Я., 1939. Физиологическое обоснование вредоносности ржавчины. Ржавчина зерновых культур. стр. 210.

2. Кокин А. Я. и Тумаринсон Х. С., 1954. Физиологическое обоснование вредоносности ржавчины овса. Puccinia coronifera Kleb. Труды по защите растений. II сер., вып. 6.

3. Куприевич В. Ф., 1947. Физиология больного растения. Изд. Акад. Наук СССР.

4. Мальченко-Дьяконова О. Е., 1936. Физиологическое изучение вредоносности ржавчины (Puccinia triticina Er.) высокоустойчивых сортов пшеницы. Итоги науч. иссл. работ ВИЗР за 1935 г., стр. 545.

5. Рашевская В. Ф. и Нилова В. П., 1952. Влияние активности каталазы на устойчивость пшеницы при поражении бурой ржавчиной. Изв. Академ. Наук СССР. Сер. биол., № 4, стр. 63—67.

6. Тумаринсон Х. С., 1934. К физиологическому обоснованию шкал учета вредоносности ржавчины. Тр. по защ. раст. II сер., в. 6, стр. 35.

7. Яркина А. М., 1940. Физиология больного растения при поражениях ржавчиной (Puccinia triticina) в условиях орошения. Соц. зернов. хозяйство № 4, стр. 137.

8. Яркина А. М., 1941. Активность амилазы и каталазы в листьях пшениц, пораженных ржавчиной (Puccinia triticina Er.) в условиях орошения. Доклады ВАСХНИЛ, в. 9, стр. 29.

Г. Н. ЕГОРОВА

АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТА АСКОРБИНАЗЫ В ЛИСТЬЯХ ПШЕНИЦЫ ПРИ ПОРАЖЕНИИ ИХ БУРОЙ РЖАВЧИНОЙ

Исследования по изучению ферментов растений получили за последние годы широкое распространение. Интерес к этим вопросам связан в первую очередь с тем, что установление локализации отдельных ферментных систем внутри клеток дает возможность выяснить взаимоотношения между различными ферментными системами и определить роль отдельных структурных элементов клеток в тех или иных процессах обмена. Ферментные системы участвуют в самых сложных синтетических и гидролитических процессах.

В наших исследованиях сделана попытка проследить влияние некоторых агромероприятий на ферментативную систему листьев пшеницы и поражение их бурой ржавчиной. Анализировалась активность ферментных систем типа аскорбиназы, полифенол-оксидазы и пероксидазы. По ферменту аскорбиназы были получены данные, заслуживающие определенного внимания.

Таблица 1

Связь между активностью аскорбиназы и интенсивностью поражения листьев пшеницы бурой ржавчиной

Поражение листьев ржавчиной	Хлорофилл в % на 100 г абс. сухого вещества	Активность аскорбиназы (мг аскорбиновой кислоты на 1 г сух. вещества за 30 минут)
Интенсивное (90%)	0,230	128
Слабое (25%)	0,604	79
Здоровые (0%)	0,692	50

[1] К. Л. Поволоцкая и Д. М. Оденко. Методика определения активности оксидаз (аскорбиназы, полифенолоксидазы и пероксидазы). Институт физиологии растений им. Тимирязева АН СССР. 1954 год.

В 1954 г. мы провели серию исследований с озимой пшеницей сорта Новоукраинка 83 в колхозе «Маяк революции» (Краснодарский край). При этом была отмечена некоторая зависимость между активностью фермента аскорбиназы и интенсивностью поражения листьев бурой ржавчиной. Биохимические и фитопатологические анализы проведены в фазу молочной спелости пшеницы (20—23 июня). Определение аскорбиназы проведено по новой методике Поволоцкой[1].

Мы исследовали на активность аскорбиназы здоровые листья пшеницы и листья, сильно пораженные ржавчиной. Результаты приведены в табл. 1.

Как видим, здоровые листья пшеницы имеют более пониженную активность фермента аскорбиназы, чем пораженные ржавчиной. Процент же содержания хлорофилла, наоборот, больше в здоровых листьях и значительно меньше в больных.

Оценивая различную предпосевную обработку почвы под озимую пшеницу, как-то: полупар, однократное и двойное лущение, с последующей вспашкой при перекрестном севе в оптимальный срок (15—25.IX), нами также была отмечена определенная связь между аскорбиназой и ржавчиной (табл. 2).

Таблица 2

Влияние комплекса агромероприятий на ферментативную активность растений и развитие бурой ржавчины

Агромероприятия	Хлорофилл (в %) на 100 г абс. сух. вещества	Активность аскорбиназы (мг аскорбиновой кислоты на 1 г абс. сух. вещества за 30 минут)	Развитие ржавчины в %
1 лущение	0,331	113,0	46,8
2 лущение	0,407	67,6	39,2
Полупар	0,551	164,0	52,2

Как видим, выращивание пшеницы по полупару вызывало большее развитие ржавчины, и активность аскорбиназы в листьях была высокой. На других же агрофонах, наоборот, в листьях снижалась активность аскорбиназы и уменьшалась интенсивность поражения их ржавчиной.

На поле, где была произведена запашка стеблей подсолнечника и посеяна пшеница, наблюдалось повышение активности фермента аскорбиназы в листьях пшеницы и увеличение интенсивности развития ржавчины, в то время как на участке без запашки стеблей было меньше ржавчины и аскорбиназы. Урожай же в обоих случаях был одинаковым (табл. 3).

Весьма четкая связь между аскорбиназой и развитием ржавчины также проявилась и на сортах озимой пшеницы селекции акад. Лукьяненко (табл. 4).

Как видим, самая меньшая активность аскорбиназы в фазу молочной спелости была на листьях у сорта Л-3. Этот же сорт пшеницы был сравнительно устойчив к бурой ржавчине. Значительное поражение листьев ржавчиной у сортов Новоукраинка 83/4 и Л-4 соответствовало высокой активности фермента аскорбиназы.

Таблица 3

Влияние запашки стеблей подсолнечника на поражение листьев озимой пшеницы бурой ржавчиной и активность аскорбиназы

Варианты опыта	Хлорофилл (в %) на 100 г абс. сух. вещества	Аскорбиназа (мг аскорбин. к-ты на 1 г сух. вещества за 30 минут)	Развитие ржавчины (в %)	Урожай (ц/га)
Без запашки стеблей подсолнечника	0,603	66,0	40,2	11,9
Запашка стеблей подсолнечника	0,359	161,0	56,6	11,5

Таблица 4

Поражаемость сортов озимой пшеницы бурой ржавчиной в связи с активностью фермента аскорбиназы

Сорта	Хлорофилл	Аскорбиназа (мг аскорбиновой кислоты на 1 г сухого вещества за 30 минут)	Развитие ржавчины (в %)	Урожай ц/га
Остистая Л-3	1,030	20,5	4,5	18,3
Безостая Л-4	0,422	126,0	39,7	22,5
Новоукраинка 83/4	0,395	105,8	36,0	25,7

Эти факты говорят о некоторой связи между активностью фермента аскорбиназы в листьях пшеницы и интенсивностью поражения их бурой ржавчиной. Одним из средств управления процессами устойчивости растений являются определенные приемы передовой агротехники.

И. М. ПОЛЯКОВ.

ХИМИЧЕСКАЯ ИММУНИЗАЦИЯ РАСТЕНИЙ КАК СРЕДСТВО БОРЬБЫ С РЖАВЧИНОЙ ПШЕНИЦЫ

Ранее нами было установлено (Поляков, 1941 и 1949), что ряд химических соединений из различных классов, включая удобрения, будучи применены в виде замочек или опудривания семян, а также внесенные в почву, проникают в растение и изменяют его устойчивость к заболеваниям не только в год применения, но и в следующих поколениях. Это явление мы назвали химической иммунизацией растений, что, в сущности, является дальнейшим этапом развития хемотерапии. Как рабочая гипотеза в токсикологии, она нами развивалась в дальнейшем на примере препарата «родан». Она не утратила своего значения и с появлением так называемых системных препаратов, поскольку все известные системные фунгициды являются веществами хемотерапевтического действия. Последние, в отличие от дезинфекторов или антисептиков, обладают высокой избирательностью и действуют, главным образом, внутри растения, непосредственно или превращаясь в вещество, обладающее большой или иной активностью.

Хемотерапия растений бывает местного и системного действия. В первом случае хемотерапевтическое вещество применяется в месте инфекции или поражения. Системным оно является тогда, когда хемотерапевтическое вещество применяется в других местах растения и переносится к месту инфекции. В тех случаях, когда применение хемотерапевтических веществ имеет целью защитить растение от инфекции не только в данном году, но и в следующих поколениях, необходимо употреблять химические иммунизаторы растений.

Под химическим иммунизатором мы понимаем такое соединение, которое, помимо вначале непосредственно токсического действия на гриб, обладает свойством ассимилироваться растением и оказывать влияние на его обмен, повышая устойчивость к паразиту как в год применения, так и в последующих поколениях. При этом в последнем случае происходит стимуляция роста и развития растений, благодаря чему повышается урожай.

В данной статье мы приводим материалы, касающиеся препарата «родан», как химического иммунизатора в отношении ржавчины пшеницы. Он не отвечает всем требованиям, которые мы предъявляем к идеальному, пока неизвестному, химическому иммунизатору. Мы надеемся, что такой иммунизатор скоро будет найден, и это произойдет тем скорее, чем больше мы будем иметь данных по взаимоотношениям между растением, микроорганизмом и препаратом. На основе устанавливаемых в этой области закономерностей можно будет сознательно выбирать из имеющихся сотен тысяч химических соединений те, которые бы отвечали бы предъявляемым им требованиям.

Таблица 1

Влияние обработки семян пшеницы препаратом «родан» на развитие желтой ржавчины

Варианты опыта	Пораженность ржавчиной по срокам учета:				Урожай в ц/га
	19/VII (колошение)		5/VIII (после цветения)		
	% поражения	степень поражения	% поражения	степень поражения	
Контроль	65,7	1,05	100	11,0	12,0
Обработано «роданом»	54,6	0,90	100	11,0	11,5
Обработано «роданом»+ яровизация	39,9	0,55	100	10,8	12,8

Препарат «родан» был взят еще и потому, что он обладает свойством вызывать повышение у пшениц групповой устойчивости к различным видам ржавчины и головни. Поэтому, применяя химические иммунизаторы, мы можем, кроме того, расширить набор исходных форм пшеницы для селекции на групповую устойчивость к различным болезням.

В результате исследований, проведенных в отношении ржавчины пшеницы, было установлено, что эффективность обработки семян препаратом «родан», как в случае пыльной головни пшеницы (Поляков, 1955), зависит в первую очередь от физиологического состояния обрабатываемого зерна. При этом и год обработки ее положительное действие имеет место лишь в первых фазах развития растения, а в дальнейшем, после колошения, это действие затухает (см. таблицу 1).

Аналогичные данные получены в различных районах Белоруссии, где ставились опыты. Так, в 1953 г. в колхозе им. Коминтерна Краснопольского района Могилевской области, при поражении ржавчиной контрольного посева на 72%, пораже-

ние его на участке, обработанном «роданом», достигло всего 13%. Урожай на этих участках соответственно был равен 15 и 19 цн/га.

Для иллюстрации влияния обработки семян препаратом «родан» на последующую пораженность растений различными видами ржавчины приводим данные, полученные на Северо-Осетинской Государственной селекционной станции (см. таблицу 2).

Таблица 2

Влияние обработки семян пшеницы препаратом «родан» на комплекс видов ржавчины

Сорт и варианты опыта	Пораженность ржавчиной					
	бурой		желтой		стеблевой	
	% поражения	степень поражения	% поражения	степень поражен.	% поражения	степень поражен.
Яровая пшеница Меланопус 069						
Контроль	35	1,6	50	3,1	40	5,3
Семена обработаны препаратом «родан»	5	0,5	25	1,2	35	5,5
Яровая пшеница Ферругинеум Н-13						
Контроль	100	34,5	90,0	10,3	90	17,5
Семена обработаны препаратом «родан»	100	20,0	70,0	5,1	70	7,0

Из приведенных в таблице 2 данных следует, что эффективность препарата «родан» в отношении бурой и желтой ржавчин пшеницы выше на устойчивом сорте Мелянопус 069, чем на восприимчивом Ферругинеум Н-13. Это отмечено нами и для пыльной головни пшеницы (Поляков, 1955). В отношении стеблевой ржавчины в данном опыте, наоборот, эффективность препарата была меньше на устойчивом сорте. Что касается урожая растений, выросших из обработанных семян, то он на обоих сортах был намного выше, чем у контрольных растений.

Более эффективное действие обработки семян препаратом «родан» проявлялось в последующем поколении. Здесь, как указывалось нами ранее (Поляков, 1949), растения были поражены ржавчиной в значительно меньшей степени, чем в контроле. Для иллюстрации приводим таблицу 3. В последней представлены результаты следующих вариантов опыта: а) чистый контроль (семена ничем и никогда не обрабатывались); б) контроль — 1-я репродукция (семена обрабатывались «ро-

даном» в предшествующем году, но семена, полученные из посева ранее обработанных семян, в данном году уже ничем не обрабатывались; в) контроль — 2-я репродукция (семена обрабатывались в позапрошлом году, урожай, полученный от посева этих семян, снова обрабатывался в прошлом году и уже в дальнейшем, в последний год опыта, семена высевались уже без обработки); г) контроль — 3-я репродукция (как в предыдущем варианте, семена последовательных урожаев обрабатывались в течение 3-х лет, и в последний год опыта они уже не обрабатывались).

Таблица 3

Влияние обработок семян препаратом «родан», проводимых последовательно в течение 1—3 лет, на пораженность бурой ржавчиной пшеницы Тулун и ее урожайность

Варианты опыта	% заражения бурой ржавчиной	интенсивность поражения в %	зеленость листа	урожай в ц/га
а — Чистый контроль	100	22	0,03	15
б — Контроль после одного года обработки	40	3	0,23	16
в — То же, после двух лет	20	1,6	0,46	19
г — То же, после трех лет	15	1,0	0,56	26

Анализ данных таблицы позволяет сделать следующие выводы:

1) Обработка семян препаратом «родан», проводимая последовательно в течение предшествующих лет, имеет значительный эффект как в отношении снижения пораженности пшеницы ржавчиной, так и повышения урожайности.

2) Возникшее свойство повышенной устойчивости у пшеницы сорта Тулун к ржавчине передается в следующее поколение, причем это достигается без какой-либо дополнительной обработки семян.

3) Согласно данным по зелености листа можно говорить о том, что обработка семян «роданом» сказалась на метаболизме пшеницы, что, во-первых, ведет к ее позднеспелости (для некоторых зон это является мало желательным) и, во-вторых, благодаря повышенной ассимиляционной поверхности, в условиях года постановки опыта, когда была ясная и продолжительная хорошая осень, увеличила урожай, причем тем больше, чем большее число предшествующих лет проводилась обработка семян.

Одной из причин, обусловливающих различную эффективность препарата «родан», является физиологическая зрелость семян. Это явление имеет большое значение и для эффективности препарата «родан» в отношении пыльной головни пшеницы, о чем указывалось нами раньше (Поляков 1954).

Физиологически зрелые семена бывают, когда в период их созревания стоит сухая ясная погода и физиолого-биохимические процессы проходят нормально. Наоборот, при влажной и прохладной погоде в этот период физиолого-биохимические процессы замедляются, и семена получаются физиологически недозрелые. Последние присущи зонам, характеризующимся влажным климатом, а первые — для зон с резко континентальным климатом. В промежуточных зонах качество семян обычно определяется погодными условиями года. Сказанное относится и к ржавчине пшеницы, что видно из таблицы 4. В последней приведены результаты испытания препарата «родан» в % поражения ржавчиной пшеницы посевов, проведенных под Ленинградом семенами различного географического происхождения. Применялись семена сорта Лютесценс 062 воронежского и дальневосточного (уссурийского) происхождения. В первом случае семена характеризуются как физиологически зрелые, а во втором — физиологически недозрелые. Одновременно высевались семена того же происхождения, но предварительно репродуцированные в течение одного года в этой точке.

Таблица 4

Влияние происхождения семян пшеницы Лютесценс 062 на эффективность обработки их препаратом «родан»

Посев в Пушкине, Ленинградской области

Происхождение семян	Уссурийск		Воронеж	
	контроль	обработано роданом	контроль	обработано роданом
Местные семена	17,3	9,3	12,6	16,0
Ленинградская репродукция семян	18,7	9,5	6,0	5,6

Из данных таблицы 4 видно, что пшеница, выращенная из физиологически недозрелых семян (Уссурийск), в большей степени поражается бурой ржавчиной, чем растения, выращенные из семян воронежского происхождения. То же наблюдалось и на посевах, проведенных семенами, репродуцированными в течение года в ленинградских условиях. В соответствии с этим отмечена различная эффективность препарата «родан»: на посевах пшеницы, выращенной из уссурийских семян,

препарат снижает ржавчину в два раза, а на посевах из воронежских семян эффективность его равна нулю.

Роль влажности в формировании семян особенно рельефно выступала в проведенном нами, также в Ленинграде, опыте, где применялись семена пшеницы Лютесценс 062 сталинградского происхождения, но выращенных там на суходольном и поливном участке. В этом опыте на посеве, выращенном из семян, взятых с поливного участка, степень развития ржавчины достигала в контроле 5%, тогда как на пшенице из семян с суходольного участка она составляла 3%. Соответственно с этим снижение развития ржавчины от препарата «родан» в первом случае было в несколько раз, а во втором весьма незначительно. О значении метеорологических условий года репродукции на развитие ржавчины пшеницы на сорте Тулун показывают данные таблицы № 5.

Таблица 5

Влияние происхождения зерна пшеницы на пораженность ржавчиной посевов ее

Название вариантов	% поражения	Степень поражения
Смена Тулун урожая 1949 г.		
Контроль	100	16
Обработано «роданом»	100	9
Семена Тулун урожая 1951 г.		
Контроль	100	20
Обработано «роданом»	100	32
Семена Тулун урожая 1952 г.		
Контроль	100	27
Обработано «роданом»	100	16

В таблице № 5 приведены результаты опыта, где одновременно были высеяны протравленные и непротравленные семена пшеницы Тулун трех лет урожая (1949, 1951 и 1952). Полученные результаты не требуют комментарий.

В дальнейших опытах мы пытались показать, как возникшее под влиянием препарата «родан» свойство устойчивости может долго сохраниться при дальнейшем культивировании семян без какой-либо дополнительной обработки их. С этой целью семена трех репродукций без обработки были снова высеяны в Пушкине Ленинградской области. В этом случае у развития бурой ржавчины в контроле был равен 51, а в первой репродукции — 10, во второй — 7 и третьей — 5. Урожай с посевов репродуцированных семян соответственно был выше, чем в контроле, на 6, 16 и 15%.

Результаты последующих опытов с генерированием этих семян без каких-либо обработок в Пушкине Ленинградской области представлены в таблице 6.

Таблица 6

Сравнительная по годам пораженность бурой ржавчиной посевов репродуцированных семян пшеницы, в прошлом обработанных препаратом «родан»

Варианты опыта	Поражение бурой ржавчиной пшеницы Тулун					
	1955		1956		1957	
	% развития	степень поражен.	% развития	степень поражен.	степень поражен.	урожай в ц/га
Контроль	100	9,0	57	6,1	35,0	16,0
1-я репродукция после «родана»	13,0	0,1	4,0	0,6	1,7	20,0
3-я репродукция после «родана»	20,0	0,4	8,0	0,8	11,6	16,0

Результаты этих опытов показывают, что приобретенная устойчивость к бурой ржавчине пшеницы сохраняется и в следующих поколениях. Однако уже с 1955 года наблюдалась тенденция к повышенной пораженности ржавчиной посевов пшеницы, выращенных из 3-й репродукции семян, обработанных препаратом «родан», по сравнению с первой. Последняя также начинает проявлять тенденцию к нарастанию поражаемости, но в последующих генерациях и в более слабой степени. В целом же необходимо констатировать, что так называемая химическая иммунизация растений, как и естественное свойство устойчивости пшениц к ржавчине, если ее не поддерживать соответствующими мероприятиями, снижается и затем полностью теряется.

Таблица 7

Сравнительная пораженность стеблевой ржавчиной посевов репродуцированных семян пшеницы, в прошлом обработанных препаратом «родан»

Название вариантов	Поражение стеблевой ржавчиной стеблей			Урожай ц/га 1956 г.
	1954 год	1955 год	1956 год	
Контроль	0,67	14,3	11,7	12,2
1-я репродукция после «родана»	0,37	11,3	8,8	12,8
3-я репродукция после «родана»	0,03	3,0	4,3	12,6

Таблица 8

Сравнительная поражаемость различными видами ржавчины контрольных посевов пшеницы Тулун и ее посевов, проведенных семенами 2-й репродукции, ранее обработанных препаратом «родан», в различных районах

Место постановки опыта	Варианты	Пораженность ржавчиной						
		желтой		бурой		стеблевой		
		% поражения	степень поражения	% поражения	степень поражения	тип инфекции	% поражения	степень поражения
Северная Осетия	Контроль	30	0,6	100	26,6	I—III	60	1,3
	2-я репродукция	20	0,3	70	0,3	I	0,0	0,0
Курганинский р-н Краснодарского края	Контроль	100	4,1	—	40	—	—	1,0
	2-я репродукция	100	0,9	—	8,0	—	—	0,6
Славянский р-н Краснодарского края	Контроль	—	0,9	—	50,4			
	2-я репродукция	—	0,3	—	7,5	—	—	—
Уссурийск	Контроль	—	—	—	—	—	10	9,3
	2-я репродукция	—	—	—	—	—	1,0	3,0
Пушкин Ленинградской области	Контроль	—	—	86	6,0	—	—	—
	2-я репродукция	—	—	20	0,0	—	—	—

Аналогичные опыты и с этими же семенами, но в отношении стеблевой ржавчины пшеницы были организованы с 1954 года в условиях Уссурийска (Приморский край). Данные по этим опытам представлены в таблице 7.

Из приведенных данных видно, что при дальнейшем генерировании обработанных «роданом» семян в отношении стеблевой ржавчины выводов, какие были сделаны в отношении бурой ржавчины, пока сделать нет оснований. Однако отмеченная выше тенденция к потере приобретенной устойчивости,

начиная с 3-й генерации, может быть в незначительной степени констатирована и здесь, в опыте 1956 года. Наблюдения за дальнейшим поведением семян продолжаются.

Задачей следующего этапа нашей работы было выяснить, как в почвенно-климатических условиях различных районов закрепляется или изменяется полученная устойчивость в случае высева семян непосредственно после их обработки. С этой целью в 1954 году все семена различных репродукций, полученных в Ленинградской области, были разделены на части и вновь, без какой-либо обработки, высеяны в различных зонах Советского Союза. Данные представлены в таблице 8.

Из данных таблицы следует, что семена пшеницы, репродуцированные после обработки препаратом «родан», получившие или повысившие устойчивость к ржавчине, сохраняют ее в первый год посева в местностях, различающихся почвенно-климатическими условиями.

Таблица 9

Последействие обработки семян пшеницы Тулун препаратом «родан» на развитие ржавчины в посевах, проведенных в Краснодарском крае семенами различных зон СССР

Происхождение семян и варианты опыта	Пораженность ржавчиной в %		
	желтой фаза кущения	бурой фаза колошения	стеблевой фаза восковой спелости
Семена с посева в Уссурийске			
Контроль	34,7	32,3	0,35
1-я репродукция после «родана»	8,2	3,0	0,23
3-я репродукция после «родана»	6,7	3,0	0,63
Семена с посева в Ленинграде			
Контроль	36,1	28,0	0,42
1-я репродукция после «родана»	9,8	10,8	0,08
3-я репродукция после «родана»	9,0	2,6	0,55
Семена с посева в Воронеже			
Контроль	34,6	19,2	0,46
1-я репродукция после «родана»	13,0	2,5	0,07
3-я репродукция после «родана»	0,26	3,1	0,21
Семена с посева в Славянской			
Контроль	29,8	17,4	1,2
1-я репродукция после «родана»	13,8	1,8	0,53
3-я репродукция после «родана»	18,5	2,6	0,40
Семена с посева в Иркутске			
Контроль	31,3	17,2	0,86
1-я репродукция после «родана»	15,9	2,8	0,17
3-я репродукция после «родана»	14,5	3,9	0,17

Представляло большой интерес выяснить роль условий различных местностей, где проводились посевы и где возникало физиологическое состояние семян в последующем состоянии свойства устойчивости. Для решения этого вопроса семена ленинградской репродукции после обработки «роданом» и контроль к ним, полученные в различных точках, были снова разделены на части. Одна из них высевалась в той же точке, а другие — в других. В последнем случае, например, в Краснодарском крае, были высеяны, также без обработки, семена ленинградской репродукции и контроля к нему, полученные как непосредственно на месте, так и из урожая, полученного в разных других точках (см. таблицу 9).

В таблице 9 приведены данные по сравнительной пораженности посевов, полученных из семян урожая различных точек, где были взяты семена с контрольного варианта и двух, первой и третьей, репродукций после обработки «роданом». Анализ данных показывает, что влияние одного года выращивания пшеницы в иных условиях практически не изменяет приобретенную устойчивость к бурой и желтой ржавчинам. Исключение выявилось в отношении стеблевой ржавчины. В последнем случае посевы пшеницы, полученные из семян третьей репродукции после обработки «роданом», привезенных из Ленинграда и Уссурийска (увлажненные почвы), дали более высокую пораженность растений, чем в соответствующих контролях.

Кроме этого, посевы, полученные из семян, репродуцированных после «родана» в ленинградских и уссурийских условиях, имеют меньшую пораженность желтой ржавчиной, чем репродуцированные в других зонах.

Интересную особенность имеет пораженность контрольных посевов бурой ржавчиной. Она здесь выше почти в два раза на посевах, проведенных семенами ленинградского и уссурийского происхождения, чем посевы семян, полученных из других районов.

В целом по всем видам ржавчины, согласно данным таблицы 9, выявилась особенность поведения возбудителей болезни, которая связана с физиологически недозрелыми семенами, полученными в увлажненных зонах и во влажные годы (имеется в виду Ленинградская область).

В таблице 10 приводятся интересные данные по влиянию предшественников на поведение приобретенной устойчивости пшениц в зависимости от места предыдущей репродукции зерна. Так, процент и степень поражения, а также тип инфекции бурой ржавчины пшеницы (сорт Ту. уп) на посевах, полученных из семян, репродуцированных после обработки «роданом», ниже по кукурузе, чем по черному пару, независимо от происхождения семян. Пораженность же бурой ржавчиной в контрольных вариантах зависела от происхождения семян. Так,

посевы из семян ленинградской репродукции по черному пару и кукурузе имеют одинаковую степень пораженности, а посевы семян Славянской репродукции по кукурузе были поражены на 12% ниже, чем посевы по пару.

Таблица 10

Последействие обработки семян пшеницы Тулун препаратом «родан» на развитие ржавчины в посевах, проведенных в Северной Осетии семенами Ленинградской и Краснодарской репродукции

Варианты опыта и происхождение семян	Пораженность ржавчиной						
	бурой			желтой		стеблевой	
	% поражения	степень поражения	тип инфекции	% поражения	степень поражения	% поражения	степень поражения
Предшественник — черный пар							
Славянская репродукция							
Контроль	100	35	I—IV	20	1,3	40	3,0
2-я репродукция после «родана»	90	2,4	II—IV	20	0,8	35	1,5
Ленинградская репродукция							
Контроль	100	20	I—IV	30	2,3	50	4,2
2-я репродукция после «родана»	65	15	I—III	40	0,9	45	1,0
Предшественник — кукуруза							
Славянская репродукция							
Контроль	100	22,8	II—IV	10	0,2	40	5,0
2-я репродукция после «родана	60	0,2	I—II	10	0,1	0,0	0,0
Ленинградская репродукция							
Контроль	100	19,5	I—IV	0	0	50	3,5
2-я репродукция после «родана»	50	0,3	I—II	30	1,5	40	6,0

Кроме этого необходимо отметить, что данные о поражении стеблевой ржавчиной пшеницы, высеваемой после кукурузы, согласуются с данными таблицы 9: посевы физиологически зрелых семян, репродуцированных после обработки «роданом», совершенно не поражались, тогда как в контрольных вариантах пораженность достигала 40%, а пшеница ленинградской репродукции имела большую степень поражения, чем на посевах необработанных семян.

В описанном опыте желтая ржавчина пшеницы ведет себя подобно бурой, кроме варианта ленинградской репродукции по кукурузному фону. В последнем случае желтая ржавчина

была только на посевах, проведенных семенами, репродуцированными после обработки «роданом», и она отсутствовала совсем в контрольном варианте. Для исключения влияния особенностей сорта, в последнее время мы начали подобную работу с другим, высокопоражаемым сортом пшеницы Лютесценс 062. В соответствии с поставленной задачей образец семян пшеницы Лютесценс 062 из Уссурийска был обработан в Ленинграде препаратом «родан» и разослан для посева и испытания в различные точки Союза.

Как и следовало ожидать, обработка препаратом «родан» физиологически недозрелых семян, проведенная непосредственно перед посевом, во всех случаях дала положительные, выраженные в разной степени результаты.

Таблица 11

Последействие обработки семян пшеницы сорт Лютесценс 062 препаратом «родан» на развитие стеблевой ржавчины в посевах, проведенных в Уссурийске семенами различных зон СССР

Происхождение семян и вариантов опыта	% пораженности стеблевой ржавчиной		Урожай ц/га
	стеблей	листьев	
Контроль	1,6	1,8	17,0
Ленинград			
Репродукция после «родана»	05	1,1	16,3
Контроль	0,4	3,3	16,8
Пржевальск			
Репродукция после «родана»	0,2	0,5	16,0
Контроль	3,1	0,9	20,0
Москва			
Репродукция после «родана»	0,7	0,6	18,0
Контроль	0,5	1,0	14,3
Орджоникидзе			
Репродукция после «родана»	1,5	1,1	16,6
Контроль	1,9	4,5	11,1
Кировоград			
Репродукция после «родана»	5,9	8,0	13,0
Контроль	17,9	14,3	14,0
Ворошиловск			
Репродукция после «родана»	20,4	17,2	15,8

В основном, нас интересовал вопрос, как скажется обработка семян препаратом «родан» на устойчивость посевов, проводимых репродуцированными семенами, которые будут формироваться в различных почвенно-климатических и дру-

гих условиях. С этой целью семена пшеницы были собраны в различных зонах как с контрольных, так и опытных делянок, переправлены в Ленинград и отсюда были разосланы в несколько точек для изучения последействия препарата «родан» в отношении ржавчины пшеницы. Для иллюстрации результатов этих испытаний приводим таблицу 11, где представлены данные, полученные в Уссурийске в отношении стеблевой ржавчины.

Из таблицы следует, что все семена, привезенные из мест, где были влажные условия при созревании пшениц (Ленинград, Москва, Пржевальск), дали в посевах репродуцированными после препарата «родан» семенами повышенную устойчивость к стеблевой ржавчине по сравнению с контролем. В то же время семена из относительно засушливых зон (Орджоникидзе, Кировоград) дали пониженную устойчивость в посевах репродуцированных после «родана» семенами.

Сопоставляя данные таблиц 9 и 11, можно прийти к выводу, что для зон влажного климата (Уссурийск) повышенную приобретенную устойчивость показывают репродукции семян, которые формировались во влажных условиях года, и, наоборот, для Краснодарского края повышенную эффективность дают семена физиологически зрелые, т. е. формировавшиеся в сухую погоду. Кроме этого, данные таблицы говорят о том, что устойчивость к ржавчине путем химической иммунизации можно придавать и восприимчивым сортам, как, например, Лютесценс 062.

При этом необходимо отметить, что возникаемая устойчивость, как следует из наших других работ, носит групповой характер, т. е. она имеет значение не только для ржавчины, но и пыльной и твердой головни пшеницы.

Считаем необходимым также отметить как бы отпугивающее действие в отношении амбарного долгоносика, которым обладает зерно, получаемое от посева репродуцированных семян, в прошлом обрабатываемых препаратом «родан». Доказательством этому является следующий опыт. В сосуды, на дно которых помещались долгоносики, одновременно опускали по нескольку пакетиков, половина которых была с зерном, получаемым от посева семян, репродуцированных после препарата «родан», а вторая — с контрольным зерном. Затем сосуды покрывались отрезками стекол и ставились для наблюдений. Для долгоносиков был одинаково предоставлен доступ во все пакеты. Пакетики имели форму, какая существует для дозирования лекарственных порошков. Через месячный промежуток было обнаружено, что контрольное зерно во всех пакетах было повреждено долгоносиком, а зерно «роданистое» во всех пакетах было без каких-либо повреждений. И такое предпочитание одного зерна другому продолжалось еще несколько времени, когда опыт был ликвидирован. Работа по этому воп-

росу продолжается. На основании этого может создаться впечатление, что зерно, репродуцированное после химической иммунизации, обладает какими-то дефектами и не пригодно для питания. Для выяснения этого были поставлены специальные опыты Новосибирским научно-исследовательским санитарным институтом (Коновалова и др., 1957), в которых производилась гигиеническая оценка зерна, выращенного из семян пшеницы, обработанных препаратом «родан». Было установлено, что зерно, выращенное из обработанных «роданом» семян пшеницы, не обладает токсическими свойствами, и по органолептическим свойствам оно не отличается от контрольного. Мука, полученная из этого зерна, обладает высоким качеством и содержит клейковины на два процента больше, чем в контрольной.

Механизм действия иммунизаторов, и в частности препарата «родан», еще не установлен. Однако нашими исследованиями показано, что под влиянием «родана» меняется белковый обмен растений пшеницы, в частности содержание аспарагиновой и других дикарбоновых аминокислот, происходит изменение активности окислительных ферментов, сопровождающееся накоплением или уменьшением растворимых полифенолов (дубильные вещества). Это можно иллюстрировать данными таблицы 12.

Таблица 12

Последствие препарата «родан» на развитие бурой ржавчины и белковый обмен пшеницы тулун

Варианты опыта	Развитие ржавчины		Общий азот	Небелковый азот	Дубильные вещества
	% поражения	степень поражения			
Контроль	60	4,6	3593	1109	1955
1-я репродукция	23	1,05	5702	1672	1983
2-я репродукция	13	1,0	5877	1335	2115
3-я репродукция	6	0,5	6009	1621	2024

Об изменении белкового обмена можно также судить по серологическим реакциям.

В результате дальнейших исследований этого вопроса было выяснено, что направленность обмена меняется в зависимости от физиологического состояния зерна. Как уже было указано, физиологическое состояние зерна, в частности, определяется его происхождением. Так, семена любого сорта пшеницы, выращенные в Воронежской области, как правило, бывают физиологически зрелые. И, наоборот, зерно из Уссурийска всегда бывает физиологически недозрелым.

Направленность обмена в зависимости от состояния зерна мы иллюстрируем биохимическими показателями для пшеницы Лютесценс 062 различного происхождения, приведенными в таблице 13. Из данных, приведенных в этой таблице, становится ясной, иногда диаметрально-противоположная, эффективность препарата «родан» не только в отношении ржавчины, но и головни пшеницы.

Изложенные в настоящей статье данные показывают, что химическими воздействиями на семена при помощи иммунизаторов можно изменять свойство устойчивости пшеницы к различным видам ржавчинных грибов. Приобретенная устойчивость пшениц передается в последующие поколения в зависимости от физиологического состояния зерна. Особенно важно отметить, что урожай зерна в последующих репродукциях, как правило, увеличивается.

Кроме этого, на основании приведенных опытов выявляется ряд зависимостей, которыми характеризуется химическая иммунизация растений.

Таблица 13

Сравнительное изменение биохимических показателей на всходах пшеницы Лютесценс 062, полученных из семян разного происхождения и обработанных препаратом «родан»

Варианты опыта	Дубильные вещества	Активность пероксидазы	Общий азот	Активность протеиназы
Воронеж				
Контроль	100	100	100	100
Опыт	85,6	133	80,8	150
Уссурийск				
Контроль	100	100	100	100
Опыт	107	93,0	108	70,2

Учитывая все изложенное, в последнее время мы приступили к работе по отбору иммунных линий в пределах устойчивых репродукций. Данная работа еще больше расширит значение химической иммунизации растений как в создании иммунных к болезням сортов, так и увеличении исходного высококачественного материала для селекции.

ЛИТЕРАТУРА.

1. Коновалова Г. А., Горбачев Е. М., Садовская Н. П. — Гигиеническая оценка зерна, выращенного из семян пшеницы протравленных препаратом Родан. Тезисы докладов. Первая Всесоюзная научная конференция по гигиене и токсикологии инсектофунгицидов. Госмедиздат. УССР, 1957.

1. Поляков И. М. — Новый метод борьбы с заболеваниями

сельскохозяйственных культур. Вестник защиты растений, № 1, М.—Л., 1941 г.

3. Поляков И. М. — Предварительная оценка химической иммунизации как метода борьбы с бурой и желтой ржавчиной в полевых условиях. Труды ВИЗР, в. 2, 1949.

4. Поляков И. М. — К вопросу о природе действия препарата Родан. Труды ВИЗР, в. 5, 1954.

5. Поляков И. М. — Методические указания по производственному испытанию препарата Родан. ВИЗР, 1955.

И. М. ПОЛЯКОВ

ИСПЫТАНИЕ НОВЫХ ФУНГИЦИДОВ ДЛЯ БОРЬБЫ С РЖАВЧИНОЙ НА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУРАХ

Исследованию химического метода борьбы с ржавчиной пшеницы давно и во многих странах уделяют должное внимание. Однако этот способ до настоящего времени широко не внедрен в практику сельского хозяйства.

Основной причиной, обусловливающей это, является высокая стоимость данного мероприятия, которая зависит главным образом от необходимости многократно обрабатывать посевы.

Широкое использование в последнее время для целей борьбы с вредителями и болезнями культурных растений химических соединений органического синтеза позволило найти более эффективные препараты, чем ранее применяемые и для борьбы с ржавчиной пшеницы. Так, в Канаде предложены препараты, содержащие в своем составе цинковую (цинеб) или другую соль этилен-бисдитиокарбаминовой кислоты. В США для этой цели рекомендуют различные производные семикарбозона и смеси их с антибиотиками.

Нами также было испытано большое количество различных соединений и следующие антибиотики: пенициллин, стрептомицин, биомицин, синтомицин и террамицин, но перспективного препарата, с точки зрения рентабельности борьбы с ржавчиной пшеницы, кроме № 158 мы не нашли.

Изучение фунгицидных свойств новых соединений проводилось преимущественно из органических производных серы и в частности сульфаминовой кислоты, эффективность которых нами была показана еще раньше, при изучении для этой цели сульфамидов.

Препарат № 158 получен в нашей лаборатории органического синтеза (Куликов А. Н.) и представляет собою химическое соединение, производное сульфаминовой кислоты. После предварительных лабораторно полевых исследований препарата № 158 как фунгицита для опрыскивания в борьбе с бурой ржавчиной пшеницы — он испытывался на соответствующих

станциях сети ВИЗР. Для иллюстрации эффективности его в борьбе с различными видами ржавчины злаковых культур приведены данные в таблице № 1.

Таблица 1

Влияние опрыскивания препаратом № 158 посевов пшеницы и овса на развитие ржавчины и урожай культуры

Название вариантов	Яровая пшеница Лютесценс 062		Озим. пшеница Новоукраинка		Овес — золотой дождь	
	интенсивность поражения стеблевой ржавчиной в проц.	урожай ц га	интенсивность поражения бурой ржавчиной в проц.	урожай ц га	интенсивность поражения корончатой ржавчиной в проц.	урожай ц га
Посев без обработки (контроль)	8,0	13,6	58.0	21.2	49,0	12,0
Посев опрыснут препаратом № 158 в однопроцентной концентрации	3,0	14,3	17,0	21,0	19,0	13,0

В приведенных опытах посевы яровой пшеницы и овса опрыскивались препаратом по одному разу перед колошением, а озимая пшеница — два раза.

Развитие ржавчины представлено по последнему учету в фазу молочной спелости.

Из данных таблицы следует, что препарат № 158 обладает помимо токсичности в отношении различных видов ржавчины и повышенной продолжительностью действия. Последнее же открывает перспективу при доработке метода применения фунгицида сократить кратность обработки посевов пшеницы, а тем самым повысить рентабельность мероприятия.

На основании наших работ с препаратом родан, сводящихся к тому, что он, будучи применен в виде опудривания семян, снижает в определенной степени развитие ржавчины на посевах пшеницы, выращенных из этого зерна, и повышает эффективность дальнейшего применения фунгицида в виде опрыскивания на этих растениях, мы в 1957 году заложили подобный опыт в различных точках Советского Союза. С этой целью семена пшеницы перед посевом обрабатывались однопроцентным раствором препарата № 158, и посевы, полученные из них, опрыскивались раствором того же фунгицида, как и посевы, выращенные из необработанного зерна.

Сравнительные данные по эффективности этих способов обработки на развитие ржавчины яровой пшеницы представлены в таблице 2. Данные, приведенные в таблице по бурой ржавчине пшеницы, получены в Ленинградской области, а по стеблевой — на посевах Уссурийского края.

Анализ данных таблицы показывает, что если семена яровой пшеницы перед посевом обработать препаратом № 158, то это сказывается на снижении поражения посевов, полученных из них, как стеблевой, так и бурой ржавчиной. При этом, если эти посевы перед колошением опрыснуть однопроцентным раствором этого же препарата, то развитие ржавчины еще сократится в несколько раз, а по сравнению с контролем в среднем до 10 раз.

Таблица 2

Влияние обработки препаратом № 158 на развитие бурой и стеблевой ржавчины пшеницы

Название вариантов	Развитие ржавчины в % на яровой пшенице сорт Лютесценс 062			
	бурой		стеблевой	
	семена без обработки	семена обработаны препаратом № 158	семена без обработки	семена обработаны препаратом № 158
Посевы без опрыскивания (контроль)	7.5	4,8	1,6	0,8
Посевы опрыснуты препаратом № 158 в однопроцентной концентрации	4,0	0,5	1,2	0,3

Поскольку подобное снижение развития ржавчины получено раньше от препарата родан, а сейчас от № 158 — можно предполагать, что предпосевная обработка зерна вообще фунгицидами будет способствовать повышению эффективности их при дальнейшем применении в виде опрыскивания на посевах, полученных из протравленных ими семян. На основании этого необходимо в будущем указанное явление проверить более широко и на более высоком фоне заражения.

Чтобы выяснить сравнительную эффективность препарата № 158 и цинеб — в отношении ржавчины озимой пшеницы — нами в 1956 году были заложены вышеуказанные опыты в Краснодарском и Ставропольском краях и Ленинградской области. Однако, в силу сухой погоды на юге в 1956—1957 годах ржавчина там на пшенице не проявилась и результаты опыта приводим только для северо-западной зоны Европейской части Советского Союза.

Эти данные по сортам сведены в таблицу 3.

Из данной таблицы следует, что эффективность опрыскивания фунгицидами пшеницы в борьбе с ржавчиной повышается, когда семена перед посевом обрабатываются препаратами. Так, если семена пшеницы перед посевом были обработаны препаратом № 158, то эффективность опрыскивания полученных растений из этого зерна выше в несколько раз, как от это-

го препарата, так и цинеб. При этом выясняется, что в применяемых концентрациях препарат № 158 эффективнее, чем цинеб как по снижению развития ржавчины, так и по стоимости израсходованного на единицу площади яда. Для наших условий в борьбе с ржавчиной пшеницы нужно увеличить рекомендуемую концентрацию препарата цинеб.

Таблица 3

Сравнительная эффективность препаратов № 158 и цинеб для борьбы с ржавчиной озимой пшеницы в Ленинградской области

Название вариантов	Сорт озимой пшеницы					
	Пушкинская		Колхозница		Пырейно-пшеничный гибрид	
	семена без обработки	семена обработаны препаратом № 158	семена без обработки	семена обработаны препаратом № 158	семена без обработки	семена обработаны препаратом № 158
Посев без опрыскивания (контроль)	23,0	15,0	55,0	49,0	57,0	31,0
Посев опрыснут препаратом № 158	3,8	2,0	20,0	14,0	22,0	16,0
Посев, опрыснутый препаратом цинеб в 0,05%	4,8	1,5	—	—	87,0	25,0

Кроме этого напрашивается вывод о том, что эффективность препаратов зависит от сорта пшеницы. Это нужно иметь в виду для дальнейшего дифференцирования концентраций растворов фунгицидов при применении их в борьбе с ржавчиной пшеницы.

СОДЕРЖАНИЕ:

Предисловие 5

А. Е. Чумаков. Потери зерна пшеницы от ржавчины и эффективность мероприятий по борьбе с ней . 7

Т. И. Федотова. О нарастании поражаемости пшениц бурой ржавчиной к фазе колошения 11

Г. А. Козырева. Взаимоотношения между возбудителем бурой ржавчины и растениями озимой пшеницы 22

А. Е. Чумаков. Роль местных очагов заразного начала бурой ржавчины в возобновлении заболевания на озимой пшенице . . . 28

В. А. Тополовский. Взаимоотношения между возбудителем бурой ржавчины и растением озимой пшеницы при различных режимах влажности в почве 41

А. Е. Чумаков и М. А. Быстрова. Влияние минеральных подкормок озимой пшеницы на повышение ржавчиновыносливости . . 50

Г. Н. Егорова. Роль питания растений озимой пшеницы в развитии бурой ржавчины 57

Е. Ф. Карасева. Роль внекорневой калийной подкормки в защите пшеницы от бурой ржавчины . . . 62

CONTENTS:

Preface 5

A. E. Chumakov. Losses of wheat seeds caused by rust and effectiveness of control measures 7

T. I. Fedotova. On increasing susceptibility in wheat to brown rust by the time of earing 11

G. A. Kozyireva. Interrelations between brown rust pathogen and winter wheat plants 22

A. E. Chumakov. Role of local sources of brown rust infection in reoccurence of disease in winter wheat 28

V. A. Topolovsky. Interrelations between brown rust pathogen ang winter wheat plant under different conditions of soil humidity . 41

A. E. Chumakov and M. A. Buistrova. Effect of additional mineral fertilizers on endurance of winter wheat to rust 50

G. N. Egorova. Role of winter wheat plant nutrition in development of brown rust . 57

E. F. Karasseva. Role of additional non-root potassium fertilizers in protecting of wheat against brown rust 62

О. Н. Войтчишина. Поваренная соль как средство борьбы с ржавчиной пшеницы 64

М. А. Быстрова. Влияние фосфоробактерина на развитие бурой ржавчины и повышение урожая зерна озимой пшеницы 68

Т. И. Федотова. Мероприятия по повышению у пшениц устойчивости к видам ржавчины 71

К. М. Степанов. О прогнозе бурой ржавчины озимой пшеницы 85

А. Е. Чумаков. Особенности развития линейной ржавчины на Дальнем Востоке СССР 97

К. М. Степанов. Влияние сорта и погоды на развитие бурой ржавчины яровой пшеницы 105

В. Ф. Рашевская и В. П. Нилова. Влияние различных условий произрастания пшениц на поражаемость растений в последующих поколениях . . . 117

Н. А. Наумова. Развитие Puccinia glumarum Erikss. et Henn. в семенах пшеницы 134

Н. А. Наумова. Распространение Puccinia glumarum Erikss. et Henn. по колосу пшеницы 155

М. Ю. Степанова. Развитие возбудителя желтой ржавчины Puccinia glumarum в листьях пшеницы в течение инкубационного периода 170

И. А. Шифман и М. Ю. Степанова. Особенности распространения бурой ржавчины пшеницы по растению 177

В. П. Нилова и Н. Г. Степанова. О влиянии бурой ржавчины на обмен веществ пшеницы . . . 185

О. N. Voitchishina. Sodium chloride as a means of wheat rust control 64

M. A. Buistrova. Effect of phosphorobacterine on development of brown rust and seed yield increase in winter wheat 68

T. I. Fedotova. Measures for increasing resistance to rust species in wheats . . . 71

K. M. Stepanov. On forecasting winter wheat brown rust 85

A. E. Chumakov. Some features in stem rust development in the Far East of the USSR 97

K. M. Stepanov. Effect of spring wheat variety and weather conditions on development of brown rust . . . 105

V. F. Rashevskaya and V. P. Nilova. Effect of different growth conditions on wheat plant susceptibility in subsequent generations . . 117

N. A. Naumova. Development of Puccinia glumarum Erikss et Henn in wheat seeds 134

N. A. Naumova. Spreading of Puccinia glumarum Erikss and Henn along wheat ear 155

M. Y. Stepanova. Development of yellow rust pathogen in leaves of wheat plant during incubation period . . 170

I. A. Shifman and M. Y. Stepanova. Peculiarities of spreading of wheat rust brown rust along the plant . 177

V. P. Nilova and N. G. Stepanova. On brown rust influence on metabolism in wheat 185

Г. Н. Егорова. Активность фермента аскорбиназы в листьях пшеницы при поражении их бурой ржавчиной 198

И. М. Поляков. Химическая иммунизация растений как средство борьбы с ржавчиной пшеницы . . . 196

И. М. Поляков. Испытание новых фунгицидов для борьбы с ржавчиной на зерновых культурах . . . 212

G. N. Egorova. Ferment ascorbinase activity in leaves of wheat affected by brown rust 198

I. M. Polyakov. Chemical immunization as a method of control of wheat rusts 196

I. M. Polyakov. New fungicides test for rust control on grain crops 212

ТРУДЫ ВСЕСОЮЗНОГО ИНСТИТУТА
ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

М 37018. Сдано в набор 5/VI-58 г. Подписано к печати 2/VII-58 г.
Тираж 2000 Объем 13,75 п. л. Заказ 1412 Формат бумаги 60 x 92 1/16

Великолукская городская типография полиграфиздата Псковского областного управления культуры, г. Великие Луки, Половская, 13.

ОПЕЧАТКИ И ПРОПУСКИ

Страница	Строка	Напечатано	Следует читать
62	таблица 1	Пропущено слово азот	
65—66	таблица 1, 2	Юбилейная Осетия. Земка	Юбилейная Осетия×Земка
		Юбилейная Осетия. Харьковская, 4	Юбилейная Осетия × Харьковская 4
98	17 сверху	альневосточной	Дальневосточной
101 103	20 снизу 5 сверху	Ворошиловский район	Славянский район
103	1—2 сверху	низкая температура, обусловливая глубокое промерзание почвы, влечет за собой и удлинение вегетации пшеницы...	высокая влажность почвы, обязанная обильным снегам, в какой-то мере удлиняет вегетационный период пшеницы...
189	таблица 4 верхняя строка последней графы	40,2	4,02

6 р. 75 к.